



Merentutkimuslaitos
Havsforskningsinstitutet
Finnish Institute of
Marine Research

MERENTUTKIMUSLAITOKSEN JÄÄPALVELU 1919-1994

Ari Seinä, Erkki Palosuo & Hannu Grönvall



No. 32
1997

MERI

Report Series of the Finnish
Institute of Marine Research

MERENTUTKIMUSLAITOKSEN
JÄÄPALVELU1919-1994

Ari Seinä, Erkki Palosuo & Hannu Grönvall

MERI — Report Series of the Finnish Institute of Marine Research No. 32, 1997

Kansi: Risto Jurva työnsä ääressä 1940-luvun puolivälissä. Oikealla istuu jääosaston pitkäaikainen piirtäjä Toini Ronimus.

Publisher:

Finnish Institute of Marine Research
P.O. Box 33
FIN-00931 Helsinki, Finland
Tel: + 358 9 613941
Fax: + 358 9 61394 494
e-mail: surname@fimr.fi

Julkaisija:

Merentutkimuslaitos
PL 33
00931 Helsinki
Puh: 09-613941
Telekopio: 09 61394 494
e-mail: sukunimi@fimr.fi

Copies of this Report Series may be obtained from the library of the Finnish Institute of Marine Research.

Tämän raporttisarjan numeroita voi tilata Merentutkimuslaitoksen kirjastosta.

ISBN 951-53-1677-4

ISSN 1238-5328

Tummavuoren Kirjapaino Oy, Vantaa 1998



1. Johdanto	7
2. Itämeren jäätalvi (Seinä).....	8
3. Talvimerenkulun kehitystä 1800-luvulla (Seinä)	11
• Ensimmäiset höyrylaivat ja <i>Sofian</i> tapaus	
• Ensimmäiset jäänmurtajat rakennetaan	
• Venäjän kauppa vaikeutuu ja Hangosta tulee talvisatama	
4. Jääntutkimus ennen vuotta 1919 (Seinä)	17
• Jäällä on liikuttu aina	
• Jäähavainnointi käyntiin	
• Jääntutkimus Meritutkimusjaostolle ja ensimmäiset lähes tosi-aikaiset jääkartat	
5. Merentutkimuslaitoksen perustamisesta talvisotaan - talvet 1919-1939 (Seinä)	24
• Jäätyö järjestetään uudelleen	
• 20-luvun tiedotusongelmat	
• Merentutkimuslaitos saa oman radioaseman	
• Lentotiedustelut aloitetaan	
• Merentutkimuslaitos lakkautetaan?	
• Talviliikenne lisääntyy	
• Tieteellinen työ ja yhteenveto talvilta 1919-39	
6. Talvisodasta satelliittikauteen - talvet 1940-1968 (Palosuo).....	39
• Sotatalvet 1939/40-1943/44	
• Työskentelyä rauhantulon elvyttämän liikenteen kanssa	
• Jäätiedotustyö saa uutta sisältöä	
• Työskentelyä uusiutuvan jäänmurtajalaivaston kanssa	
• Lentotiedustelujen tarve kasvaa	
• Pohjoisen satamat auki	
• Jääkenttien tutkimukset käyntiin	
7. Satelliittikausi - talvet 1969-1994 (Grönvall).....	55
• Meren lämpövaraston seuraaminen operatiiviseksi	
• Talvisatamat ympärivuotisiksi, jääosastosta tulee jääpalvelu	
• Sääsatelliittien kehitystä	
• Laajat merijääntutkimukset käyntiin	
• Jään liike-ennustemalli kehitetään Itämeren oloihin	
• Oma NOAA-asema	
• Uusi karttasymboliikka ja jääkoodi	
• Jääntutkimukset laajenevat	
• Muu jääpalvelua tukeva tutkimustoiminta	
• Satelliittikuvia jäänmurtajille	
• Kiina-yhteistyö ja uusi jäämalli	
• Jääkartan piirto tietokoneelle	
8. Operatiivinen päivittäistyöskentely tänään (Seinä)	71
9. Yhteenveto (Seinä)	75
Kirjallisuus ja lähteet.....	78

LIITE 1. Käytettyjä lyhenteitä

LIITE 2. Eräitä tärkeitä tapahtumia jääpalvelutoiminnan historiassa

LIITE 3. Merentutkimuslaitoksen merijäättä koskevia julkaisuja

MERENTUTKIMUSLAITOKSEN JÄÄPALVELU 1919-1994

Ari Seinä, Erkki Palosuo* & Hannu Grönvall
Merentutkimuslaitos
PL 33
00931 Helsinki

Tiivistelmä

Suomi on Viron ohella maailman ainoa valtio, jonka kaikki satamat jäätyvät keskimääräisinä talvina. Suomen ulkomaankaupasta 80-90% kulkee meritse, ja talvisin käy satamissamme yli 20000 alusta. Merentutkimuslaitoksen jääpalvelulla on suuri haaste kerätessään, analysoidessaan ja välittäessään tarvitsijoille merijäätietoja ja täten omalta osaltaan auttaessaan talvimerenkulkua sujumaan mahdollisimman kitkattomasti.

Varsinaiset havainnot merijäistä alkoivat Suomessa 1800-luvulla. Kehittyvä talvimerenkulun tekniikka ja kasvava vienti mahdollistivat talvimerenkulun aloituksen 1800-luvun lopulla. Jääpalvelutoiminta tuli operatiiviseksi ensimmäisen maailmansodan aikana vuonna 1915. Vuonna 1918 jääpalvelutoiminta siirtyi Merentutkimuslaitoksen vastuulle. Siitä saakka Suomen jääpalvelutoiminta on ollut jatkuvasti kehittyvää: talviliikenteen kasvaessa jääpalvelu on pystynyt vastaamaan uusiin haasteisiin ottamalla käyttöön uusia havainto- ja tiedonvälitystapoja. Tässä historiikissa pyritään kertomaan, kuinka jääpalvelutoiminta on muuttunut erilaisten uusien havaintovälineiden, kuten satelliittidatan, kehityksen rinnalla.

Eräs ratkaiseva tekijä jääpalvelun kehityksessä on ollut siitä vastuussa olevien tutkijoiden panos: prof. Rolf Witting oli jääpalvelun johdossa vuosina 1915-1918, prof. Gunnar Qranqvist 1919-39, prof. Risto Jurva 1939-1947, prof. Heikki Simojoki 1947-55, prof. Erkki Palosuo 1955-72 ja FL Hannu Grönvall vuodesta 1972.

Avainsanat: Itämeri, Suomi, historia, Merentutkimuslaitos, talvimerenkulku, jääpalvelu, 1919-94

* Helsingin yliopisto, Geofysiikan laitos

THE FINNISH ICE SERVICE OF THE FINNISH INSTITUTE OF MARINE RESEARCH 1919-1994

Abstract

Nowadays ca. 80-90% of Finnish exports and imports are carried by sea; during winter months there are more than 20 000 port-calls. It is worth mentioning that Finland and Estonia are the only countries in the world where all mainland harbours freeze during normal winters. The maximum annual extent of ice cover in the Baltic Sea varies from 52 000 km² to 420 000 km², with an average of 218 000 km². The average number of ice days varies from 10-40 days in the Kattegat and the southern Baltic Sea, <20 days on the high seas of the northern Baltic Sea Proper, and up to 190 days in the northern Bothnian Bay. The Finnish Ice Service faces a large challenge, being responsible for the national sea ice information service, thus ensuring the efficient flow of the winter sea traffic.

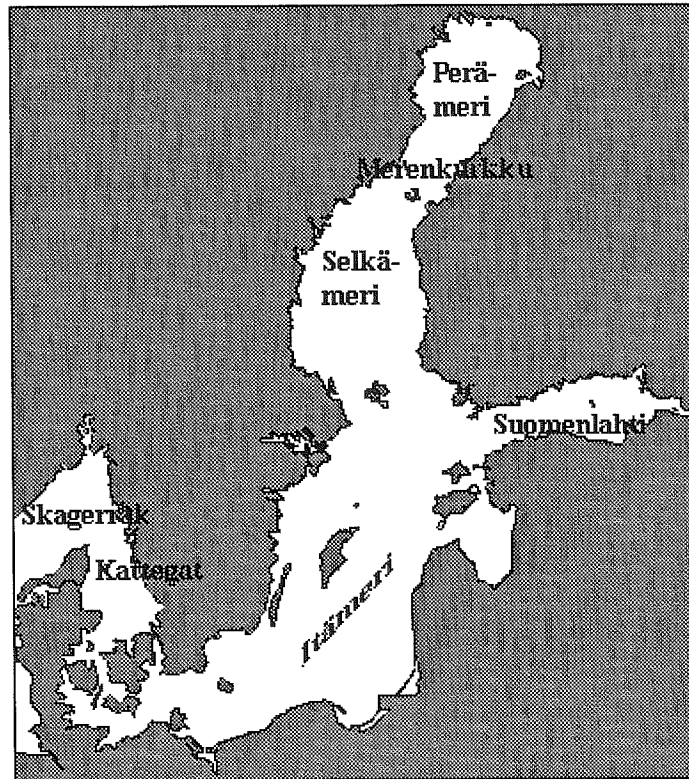
Ice service activities in the Baltic Sea started in Denmark in 1843, when personnel of the Skagen lighthouse started the practice of making flag signals to passing vessels describing the ice conditions of the Kattegat. This practice led to the recording of the ice conditions, and the beginning of ice services. The first icebreakers were built in Germany in 1871 after a severe ice season with heavy economical losses. Winter navigation in Finland started in 1877 with the *Express* sailing between Hanko and Stockholm. With the expanding export of butter and paper products to the western Europe, the first Finnish icebreaker was bought into use in 1890. Scientific observations of sea ice started in the 1890's. The first ice service activities started in the Finnish Scientific Society but these were not in real-time. In 1915 the World War forced to provision of immediately-available ice service activities: once a week an ice chart was drawn and copies were delivered to the users. In November 1918, with the founding of the Finnish Institute of Marine Research, the Finnish Ice Service became a part of the new organisation. The first ice charts and reports were published in January 1919. In the 1920's, the most important innovation was the development of the first international Baltic Sea ice codes and the beginning of aerial reconnaissance. In the 1930's, aerial reconnaissance became more frequent, and international co-operation in sea ice studies started with the Baltic Sea Ice Weeks. Also the first diesel-electric icebreakers were designed and built, having a larger operational coverage than the steam-powered icebreakers. During World War II, aerial reconnaissance became a routine. In the late 1940's, Finnish ice charts covered sea areas beyond Finnish waters. In the 1950's, the Finnish icebreaker fleet started to rebuild with larger and more powerful vessels, after losing its largest and most powerful icebreakers during the war. In the 1960's, icebreaker-based helicopters were brought into use. In 1967, the first satellite images were used in the Finnish Ice Service. Radio facsimile transmission started in the late 1960's, making it possible to receive ice charts on the high seas. These new methods of receiving information and the building of larger and more powerful icebreakers made it possible to keep all Finnish harbours open the whole year round starting in 1971. The 1970's was a decade of the first large-scale field experiments studying the properties of sea ice. In 1977 the first operational mathematical ice-drift model was implemented. In 1981 the Finnish Ice Service got its own NOAA AVHRR receiving station. In 1985, with the expanding of the cellular telephone net, high-quality satellite images were transmitted to operational icebreakers. In the late 1980's field experiments for the preparation of SAR data started. In the early 1990's applications were brought into use in work stations for ice analysis, satellite image handling and ice chart drawing. In 1991, ERS SAR images were first brought into experimental and later into operational use in the Finnish Ice Service and in operational icebreakers. A new-generation mathematical ice-drift model was implemented in 1994.

The scientists in charge of the Finnish Ice Service have each left their mark on the development of observation, analysis technique and communication methods: Prof. Rolf Witting 1915-1918, Prof. Gunnar Granqvist 1919-39, Prof. Risto Jurva 1939-1947, Prof. Heikki Simojoki 1947-55, Prof. Erkki Palosuo 1955-72 and Dr. Hannu Grönvall 1972-.

Keywords: Baltic Sea, Finland, history, oceanography, ice service, winter navigation, 1919-94

1. JOHDANTO

Suomi sijaitsee Itämeren kannalta sen koilliskulmassa - lännessä maamme rajoittuu Pohjanlahteen, lounaassa Saaristomeren ja Ahvenanmeren kautta varsinaiseen Itämereen ja etelässä Suomenlahteen. Ulkomaankaupan kannalta Itämeri muodostaa Suomelle tärkeän tekijän, kuljetetaanhan 80-90% tavaroista meritse. Keskitalvella kaikki Suomen merisatamat ovat jäiden saartamia, joten alusten on keskimääräisenä sydäntalvena purjehdittava ainakin 40 mpk (n.75 km) jäissä päästäkseen Lounais-Suomen satamiin ja noin 300 mpk (n. 550 km) päästäkseen pohjoisen Perämeren satamiin. Ankarina talvina alukset joutuvat kulkemaan jäissä jopa 650 mpk (n. 1200 km) (Seinä 1994).



Kuva 1. Itämeren merialueet.

Käytännössä kaikkien talviliikennealusten pitää olla erityisesti jäissäkulkua varten suunniteltuja. Kauppa-aluksien avustusta varten maamme on pakotettu ylläpitämään suurta jäämurtajalaivastoa. Talvimerenkulun sujuvuuden turvaamiseksi Merentutkimuslaitoksen jääpalvelu toimittaa päivittäin tietoa merijäistä sitä tarvitseville.

Jääpalvelu on ollut tärkeässä asemassa koko olemassaolonsa ajan. Sen tehtävänä on ollut ja on tänäänkin olla mukana turvaamassa ja kehittämässä ulkomaan kaupalle elintärkeää talvimerenkulkua. Tarkasteltu 75-vuoden ajanjakso on tarpeeksi pitkä, jotta nähtäisiin useita muutoksia yhteiskunnassa, liikenteessä, teknologiassa, kaupassa ja tieteessä, ja niiden vaikutuksia jääpalvelutoiminnassa.

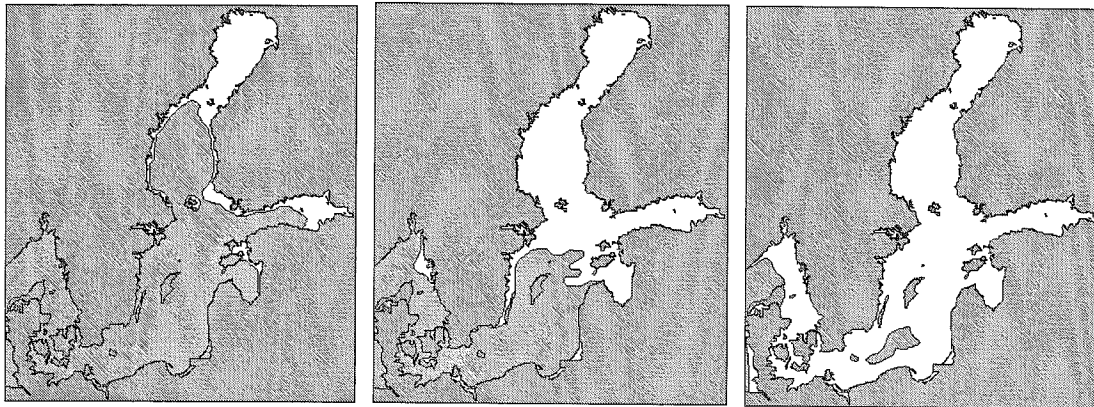
Suomen itsenäisyyden ajan talvimeriliikenteen ymmärtämiseksi on mukaan otettu myös lyhyt katsaus talvimeriliikenteeseen ja merijää tutkimukseen ennen vuotta 1918.

Talvi on merkitty yleensä kahdella vuosiluvulla. Jos näin ei ole tehty, vuosiluku on kevään mukainen (esim. 1994 tarkoittaa talvea 1993/94).

Tämä historiikki on syntynyt kirjoittajien vapaa-ajanharrastuksena hitaasti vuosien 1994-97 kuluessa. Tekijöistä FM Ari Seinä on kirjoittanut tapahtumista ennen vuotta 1940, prof. Erkki Palosuo vuosilta 1940-1968 ja FL Hannu Grönvall vuosilta 1969-1994. Tekijät haluavat lausua erityiset kiitoksensa Suomen Ilmailumuseolle, Helsingin yliopiston kirjastolle, Merentutkimuslaitoksen kirjastolle ja kaikille muille asiaa auttaneille.

2. ITÄMEREN JÄÄTALVI

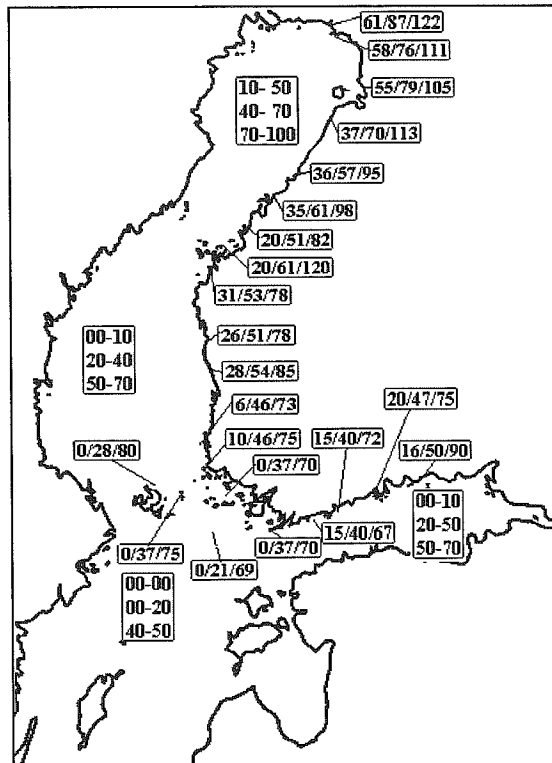
Itämeren jäätilanteet vaihtelevat suuresti. Suurin vuotuinen jään laajuus vaihtelee 52 000 km² - 420 000 km² välillä, vastaten 12-100 % Itämeren, Kattegatin ja Skagerrakin yhteenlasketusta pinta-alasta. Keskimäärin jää peittää 218 000 km² alueen, joka vastaa 65% Suomen maapinta-alasta. Perämeri ja itäinen Suomenlahti jäätyvät joka vuosi; keskimäärin jää laajimmillaan ulottuu pohjoiselle Itämerelle noin 59. leveyspiirille. Kerran vuosikymmenessä, erittäin ankarana talvena, vain pieni alue eteläisellä Itämerellä pysyy jäättömänä. Talvesta 1719/20 alkaen on Itämeri peittynyt kokonaan jähän 11 kertaa eli keskimäärin neljä kertaa vuosisadassa. Suurin vuotuinen jääpeitteen laajuus saavutetaan tammikuun ja maaliskuun välillä, tavallisesti helmi-maaliskuun vaihteessa (Seinä & Palosuo 1993).



Kuva 2. Itämeren suurin vuotuinen jään laajuus erittäin leutona talvena [1994/95, suurin jään laajuus oli 68 000 km²] (vasemmalla), keskimääräisenä talvena [1993/94, suurin jään laajuus oli 206 000 km²] (keskellä) ja erittäin ankarana talvena [1986/87, suurin jään laajuus oli 405 000 km²] (oikealla).

Jäätyminen alkaa pohjoisen Perämeren rannikolla tavallisesti marraskuun alussa (vaihdellen lokakuun lopun ja joulukuun lopun välillä). Suomenlahdella meren jäätyminen alkaa joulukuun alussa (marraskuun lopulta tammikuun loppuun). Perämeri on keskimäärin kokonaan jään peittämä tammikuun puolivälissä (vaihdellen joulukuun alusta helmikuun loppuun) ja Selkämeri kuukautta myöhemmin (aikaisintaan tammikuun puolivälissä ja leutoina talvina ulappa ei jäädy lainkaan). Suomenlahti jäätyy keskimäärin tammikuun lopulla, aikaisimmillaan joulukuun puolivälissä. Leutoina talvina Suomenlahti ei jäädy kokonaan (SMHI & FIMR 1982. Leppäranta et al. 1988).

Jäätalven ankaruuden ennustaminen talven alussa ei ole mahdollista. Melko hyvin voidaan talven ankaruus ennustaa vasta tammikuun lopulla.



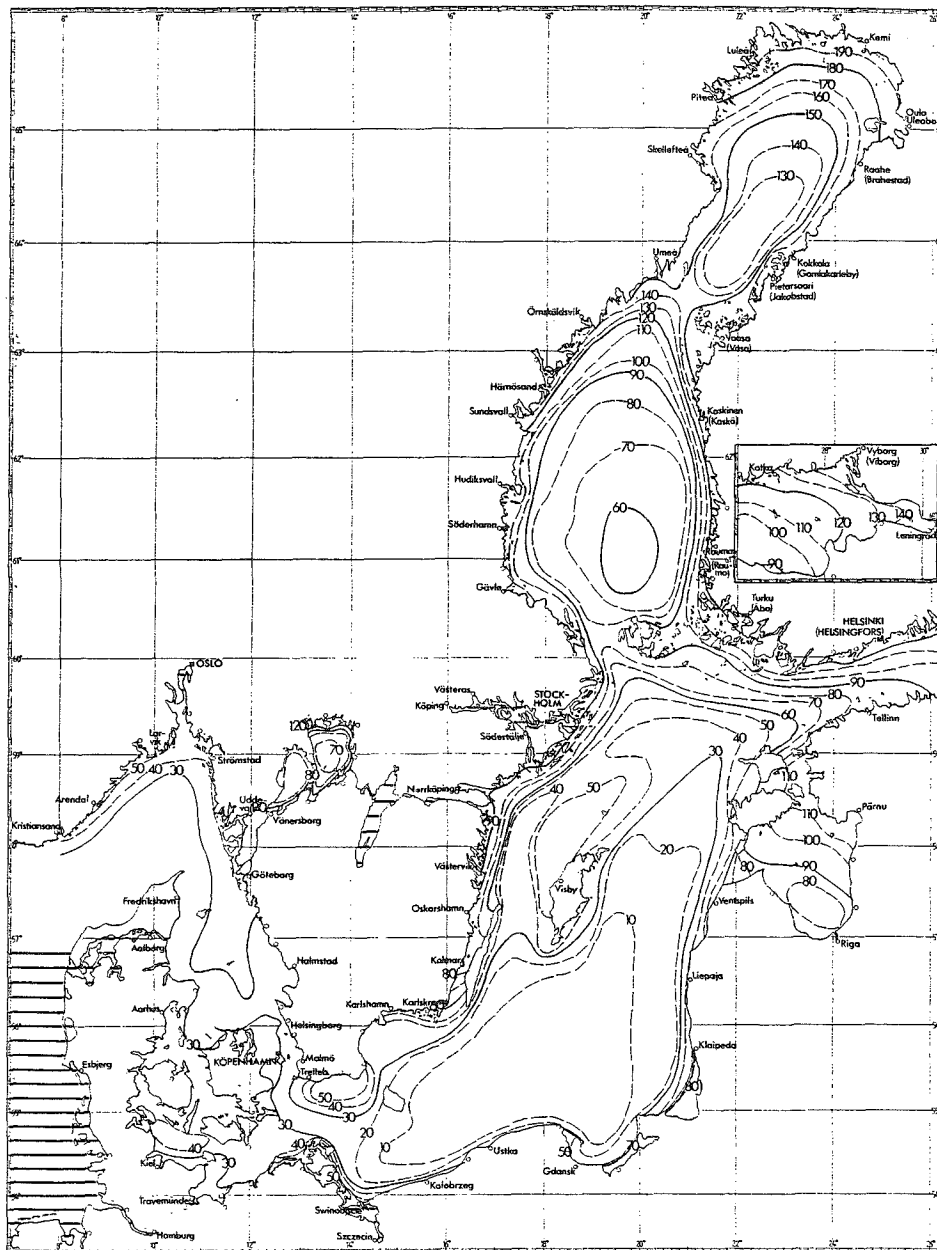
Kuva 3. Jään suurimmat paksuudet: pienin, keskimääräinen ja suurin paksuus senttimetreinä. Isoissa suorakaiteissa ovat ulapoiden jäänpaksuudet.

Kiintojään suurin vuotuinen paksuus vaihtelee suuresti: Perämerellä se on leutojen talvien aikana 45-60 cm, keskimääräisten talvien aikana 75-90 cm ja ankarien talvien aikana 105-120 cm. Selkämerellä on vastaavasti ohuimmillaan 5-35 cm, keskimäärin 45-55 cm ja paksuimmillaan 75-80 cm paksua kiintojää. Suomenlahdella kiintojään suurin vuotuinen paksuus on pienimmillään 0-20 cm, keskimäärin 35-50 cm ja paksuimmillaan jää on 60-90 cm. Talvella 1984/85 mitattiin suurin Itämerellä koskaan mitattu tasaisen jään paksuus: tällöin Tornion edustalla oli 122 cm paksua jäätä. Edellinen ennätys, 120 cm, mitattiin jatkosodan aikana Perämerellä Ruotsin puoleisella rannikolla. Merten ulapoilla jään paksuus on pienempi kuin saaristoalueiden kiintojäällä: Perämerellä tavallisesti 40-70 cm, Selkämerellä 20-40 cm, Suomenlahdella 20-50 cm ja pohjoisella Itämerellä 10-20 cm (Seinä & Peltola 1991).

Jäiden lähtö etenee päinvastaisessa järjestyksessä kuin jäätyminen - etelästä pohjoiseen. Pohjoinen Itämeri avautuu ensimmäisenä huhtikuun alussa; toukokuun alkuun mennessä jäätä on vain Perämerellä, josta viimeisetkin jäät sulavat kesäkuun alkuun mennessä. Jäätalven pituus on pohjoisella Itämerellä lyhyempi kuin 20 päivää, Perämeren pohjoisosissa sen sijaan jäätä esiintyy yli kuutena kuukautena vuodessa (Seinä & Peltola 1991).

Itämerellä jää esiintyy kiintojäänä ja ajojäänä. Kiintojää on rannikoilla ja saaristossa, jossa meren syvyys on alle 15 m. Kiintojää on nimensä mukaisesti paikallaan pysyvää jäätä, joka on kiinnittynyt saariin, kareihin tai matalikkoihin. Kiintojää muodostuu jäätalven varhaisessa vaiheessa jääden paikoilleen aina sulamiseensa saakka. Ulapoilla merijää on ajojää, joka liikkuu tuulten ja virtausten voimasta. Ajojää voi olla tasaista, päällekkäin ajautunutta tai ahtautunutta, ja sen peittävyys voi olla

0-100 %. Usein tiedotusvälineissä ajojäättä kutsutaan virheellisesti ahtojääksi, vaikka ahtojää on vain valleiksi kasaantunutta ajojäättä.

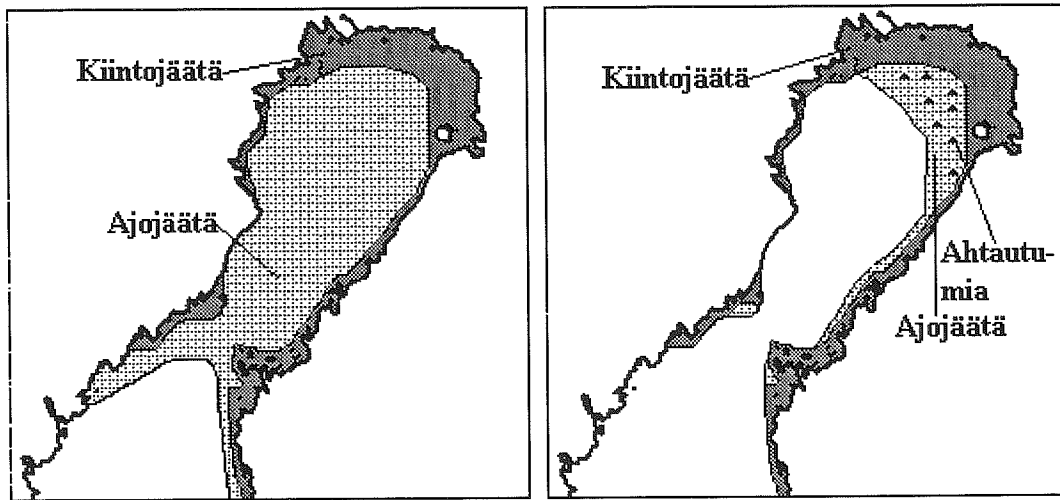


Kuva 4. Keskimääräinen jääpäivien lukumäärä (talvet, joina jäätä esiintyy).

Lähde: SMHI & FIMR 1982.

Ajojään liikkeet voivat olla suuriakin: myrskyisenä päivänä ohut ajojääkenttä voi helposti liikkua 20-30 km. Jään liike aiheuttaa tasaisen jään rikkoutumisen lautoiksi, jotka voivat olla halkaisijaltaan useita kilometrejä, lisäksi jäiden liike synnyttää railoja, halkeamia, sohjovöitä, päällekkäin ajautunutta jäätä ja ahtautunutta jäätä (kuva 5). Ahtautuma-alueet ja sohjovyöt muodostavat Itämerellä suurimmat

vaikeudet talvimeriliikenteelle. Sohjovyö syntyy tuulen rikottua ohuen jään ja kasattua sen paksumman jään reunaan. Sohjovyössä lautat ovat halkaisijaltaan alle kahden metrin. Sohjovyö voi olla useita metrejä paksu. Ahtojään vedenpinnan yläpuolinen osa on tavallisesti 0.3-2 metriä korkea ja vedenalainen osa on 5-7 kertaa paksumpi (Palosuo 1975). (Enemmän jäätterminologiasta, kts. Grönvall et al. 1987).



Kuva 5. Jäätilanne 29.01. ja 03.02.1993. Voimakkaiden lounaistuulien takia ohut ajojää on rikkoutunut ja ahtautunut Perämeren perukkaan.

Voimakkaat, jäävahvistetut alukset voivat murtaa aina 80 cm paksua tasaista jäätä, mutta ne eivät yleensä pysty liikkumaan paksuissa ahtojäissä tai sohjovyöissä ilman jäänmurtajien avustusta. Voimakas jäiden puristus saattaa olla aluksille vaarallista ja ainakin myöhästyttää kauppa-alusten matkaa jopa vuorokausia. Kauppa-aluksen matka pohjoiselta Itämereltä Perämerelle kestää helppokulkuisessa jäässä noin vuorokauden, mutta vaikeissa jäissä matkaan saattaa mennä jopa viikko.

3. TALVIMERENKULUN KEHITYSTÄ 1800-LUVULLA

Ensimmäiset höyrylaivat ja *Sofian* tapaus

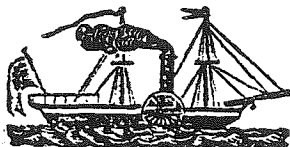
Laajamittainen merenkulku jäissä oli purjelaivojen aikakautena mahdotonta. Höyrylaivojen käyttöönoton jälkeen ja erityisesti potkurin keksimisen jälkeen alusten jäässäkulkumahdollisuudet lisääntyivät olennaisesti. Suomen merihöyrylaivaliikenteen historia alkaa vuonna 1836, jolloin ruotsalainen *Solide* aloitti säännöllisen liikenteen Tukholman ja Turun välillä. Seuraavana vuonna aloitti Finska ångfartygsbolag i Åbo (Suomen höyrylaivayhtiö Turussa) "kahdella kauniilla höyrylaivalla *Storfurstenilla* ja *Furst Menchikoffilla* säännölliset kulkuvuorot reitillä Tukholma-Turku-Pietari" (Schauman 1967, 160). Alukset purjehtivat vielä tällöin ainoastaan kesäisin.

Vuonna 1839 Ruotsin postilaitoksen johtaja ehdotti höyrylaivan käyttöä Ahvenanmeren postikuljetuksessa. Ajankohta oli kuitenkin liian varhainen, eikä johtanut käytännön toimiin (*Posteljon*-laiva tuli Grisslehamnin ja Eckerön väliseen liikenteeseen vasta vuonna 1870). Ensimmäinen höyrykäyttöinen postialus, *Polhem*, otettiin pohjoisella Itämerellä ympärivuotiseen käyttöön vuonna 1858. Alus matkasi Visbyn ja Västervikin väliä.

Galeasen Lyckan, liggande i södra hamnen, afgår med det första till St Petersburg, hvarom bugade passagerare underrättas. Helsingfors den 6 Juni 1837.

J. W. Weurlander.

Reskamrat, som vill halfsera stutien till Åbo, öfverfig
Magister Ab. Hinkel.



Ångfartyget Stor-Furstén, afgår

från Åbo till Helsingfors:

den 6 (18) Juni, 20 Juni (2 Juli), 6 (18) Juli.

Från Helsingfors till Åbo:

den 7 (19) Juni, 21 Juni (3 Juli) 7 (19) Juli.

Från Åbo till St. Petersburg:

den 8 (20) Juni, 22 Juni (4 Juli), 8 (20) Juli.

Från St. Petersburg till Åbo:

den 11 (23) Juni, 26 Juni (8 Juli), 12 (24) Juli.

Från Åbo till Helsingfors:

den 13 (27) Juni, 30 Juni (12 Juli) 14 (26) Juli.

Från Helsingfors till Åbo:

den 18 (30) Juni, 2 (14) Juli, 16 (28) Juli.

Tourerne för återstoden af sommaren och hösten sista framdeles utfattas och kungöras.

Såväl från Helsingfors, som Åbo, komma luftfärder att företagas och af berörande ombudsman annonseras. Åbo den 2 Juni 1837.

Direktionen för Finska Ångfartygsbolaget.

Ångfartyget Furst Menshikoff

fördt af Kapiten J. W. Gallmeyer afgår ifrån Åbo till Åland och Stockholm Lördagen den 13 Juni kl. 12 på dagen

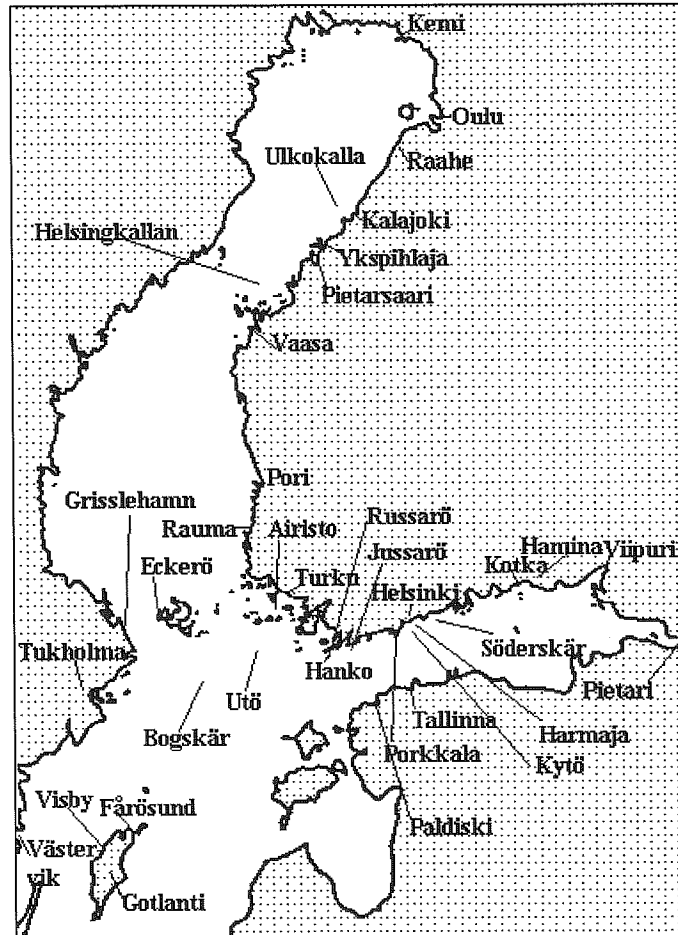
Kuva 6. Höyrylaivailmoituksia Helsingfors Tidningarissa vuonna 1837.

Talvimerenkulun pioneeriaikojen vaikeuksista antaa *Sofian* tapaus hyvän kuvan. Ruotsissa syntyi 1860-luvulla ajatus talvimerenkulusta Tukholman ja Paldiskin välillä. Paldiski oli Venäjältä tulevan rautatien päätekohta, ja ruotsalaisilla oli mielessään talvinen Venäjän transiittokuljetus. Alukseksi oli ajateltu *Sofiaa*, alunperin Ystadin ja Stralsundin välillä liikennöivää talvipostialusta. *Sofia* oli saanut nimeä A. E. Nordenskiöldin tutkimusmatkojen aikana, kun se oli ollut hänen mukanaan vuoden 1868 Huippuvuorten matkalla. Alus teki matkalla uuden maailmanennätyksen saavuttaen pohjoisimman laivalla saavutetun pisteen 81°42'. Koska *Sofia* oli todistanut pystyvänsä toimimaan Jäämerellä, niin varmasti se pystyisi toimimaan myös Itämerellä 60. leveyspiirillä. Niinpä *Sofia* aloitti torvien soudessa ja juhlapuheiden kaikuessa talvisen reittiliikenteen Tukholmasta joulukuun 17. päivänä vuonna 1870.

Talvi 1870/71 oli kuitenkin erittäin ankara jäätalvi. Hanko oli jäiden saartamana ennätyselliset 116 päivää (keskimäärin jäätä oli 1800-luvun lopulla 40-60 päivää), ja Selkämerellä oli vielä kesällä ajojää. *Sofia* jäätyni pahasti heti lähdön jälkeisenä päivänä saatuaan Suomen rannikon näkyviinsä. Ankan pakkasen vaikutuksesta alukseen muodostui roiskevedestä metrin paksuinen jääkerros ja jää painoi aluksen keulaa niin paljon, että potkuri pyöri ilmassa. *Sofia* purjehtikin Visbyhyn, ollen siellä joulukuun 22. päivänä. Tammikuun 6. päivänä 1871 alus otti uudelleen kurssin kohti Paldiskia. Matkalla se kohtasi kuitenkin niin paljon ja niin paksua jäätä, että joutui palaamaan takaisin jo tammikuun 17. päivänä. Neljä päivää myöhemmin *Sofia* yritti uudelleen, mutta jäät pakottivat sen

takaisin; ensin Färösundiin jäiden puristukselta suojaan - jossa se ajoi karille - ja sitten *Polhemin* hinaamana lopputalveksi Visbyhyn. Näin *Sofia* oli täydellisesti epäonnistunut tehtävässään.

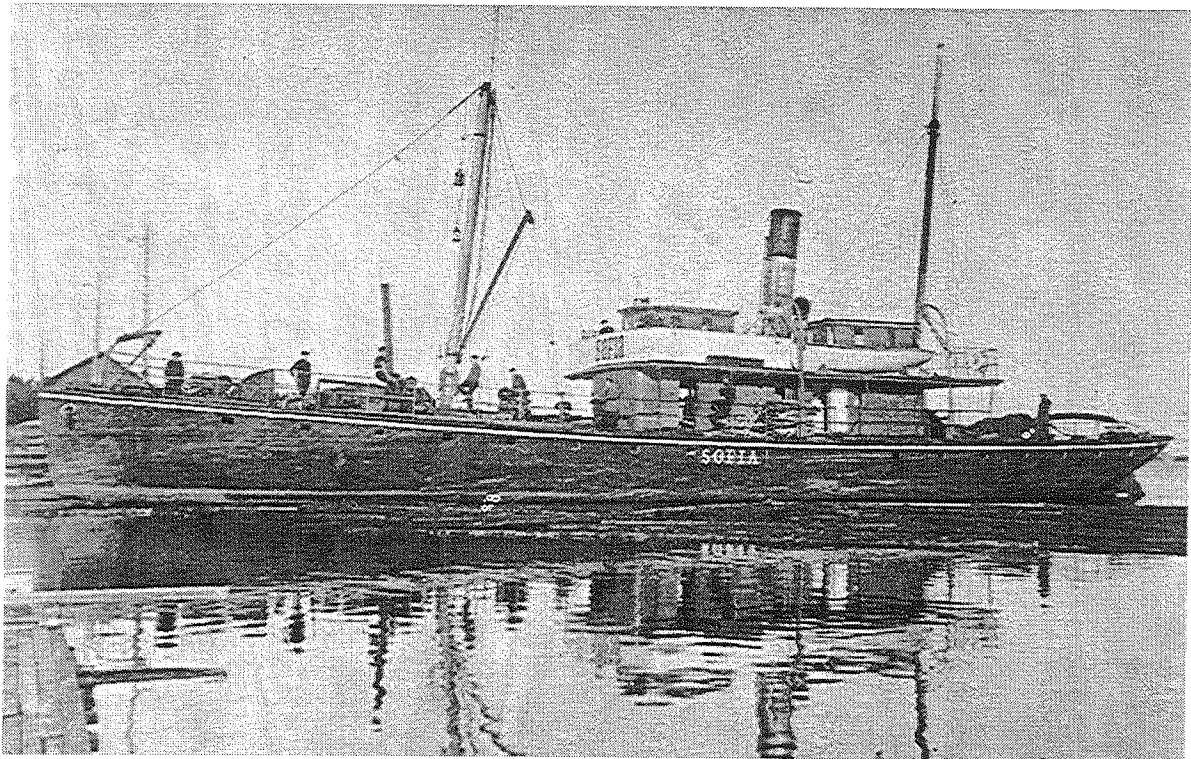
Ruotsissa heräsi suuri ihmettely: kuinka *Sofia* pystyi toimimaan Grönlannin vesien jäissä ja Atlantilla, muttei pystynyt kulkemaan 200 mpk:n matkaa kotoisilla vesillä? Suuret suunnitelmat ruotsalaisesta transiittolinjasta haudattiin vähin äänin.



Kuva 7. Eräitä tekstissä mainittuja paikkoja.

Ensimmäiset jäämurtajat rakennetaan

Saksassa oli ankan jätälven aikana 1870/71 jouduttu sulkemaan Hampurin satama pariksi kuukaudeksi Elbe-joen vaikean jäätälanteen vuoksi. Asialle päätettiin tehdä jotain, ettei tulevana talvena tarvitsisi kärsiä taloudellisista menetyksistä. Asetettiin komitea, "zum Beseitigung künftiger Eisperrungen der Elbe" (Ramsay 1947, 63-66). Komitea sai 24 ehdotusta - sahakoneista erilaisiin laivoihin - joista valittiin insinööri Steinhausin jäätämurtava höyrylaiva-ehdotus. Jo joulukuussa 1871 valmistui 40,5 m pitkä 570 tonnin alus, jossa oli 600 hevosvoiman höyrykone ja potkuri. Alus sai kasteessa nimen *Eisbrecher (I)*. Tämä pieni ja heikkotehoinen jäämurtaaja oli kaikkien jäänmurtaajien esi-isä. *Eisbrecher I* osoittautui tehokkaaksi, joten sille rakennettiin pian tehokkaampi sisarus, *Eisbrecher II*.

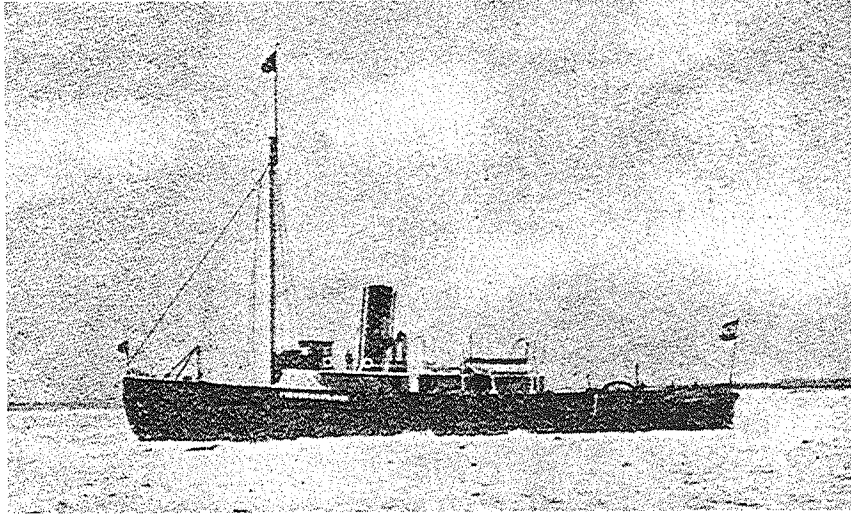


Kuva 8. SS Sofia.

Jo aikaisemmin oli Yhdysvalloissa rakennettu siipiratasaluksia jäätä särkemään Hudson-joelle, New Yorkin lähelle: ensin *Norwich* vuonna 1836 ja vartavasten jäänsärkemiseen vuotta myöhemmin *City Ice-Boat N:o 1*.

Suomessa ajettiin talviliikenteen aloittamista voimakkaasti ruotsalaisten *Sofia* -kokemuksista piittaamatta. Hangon ja Hyvinkään välisen rautatieyhteyden valmistuttua vuonna 1873 alettiin puuhata talvimeriliikenteen aloittamista Hangosta. Vuonna 1877 *Express* aloitti säännöllisen talviliikenteen Hangon ja Tukholman välillä. Ensimmäisen yrittäjän tehtyä konkurssin astui tilalle kapteeni Carl Korsman, joka onnistui yrityksessään. Valtion tukiaisten turvin hän pystyi purjehtimaan aluksellaan reitin sopimuksen mukaan talvikautena 15.11.-15.5. välisenä aikana kerran viikossa kuljettaen postia ja matkustajia. Liikenne talvisella pohjoisella Itämerellä oli näin saatu sujumaan. Matka ei aina ollut kovinkaan helppo: esimerkiksi talvella 1889 *Express* joutui niin pahoin jäiden puristukseen Hiidenmaan edustalla, että matkustajat jouduttiin komentamaan kesken aamiaisen jäälle. Jäiden puristus kuitenkin loppui ja matka saattoi jatkua.

Kapteeni Korsman rakennutti Helsinkiin Bernhardin kadulle pääkonttorikseen ja asunnokseen talon, jonka ulko-oven viereisissä freskoissa on kuvattuna myös *Express*.

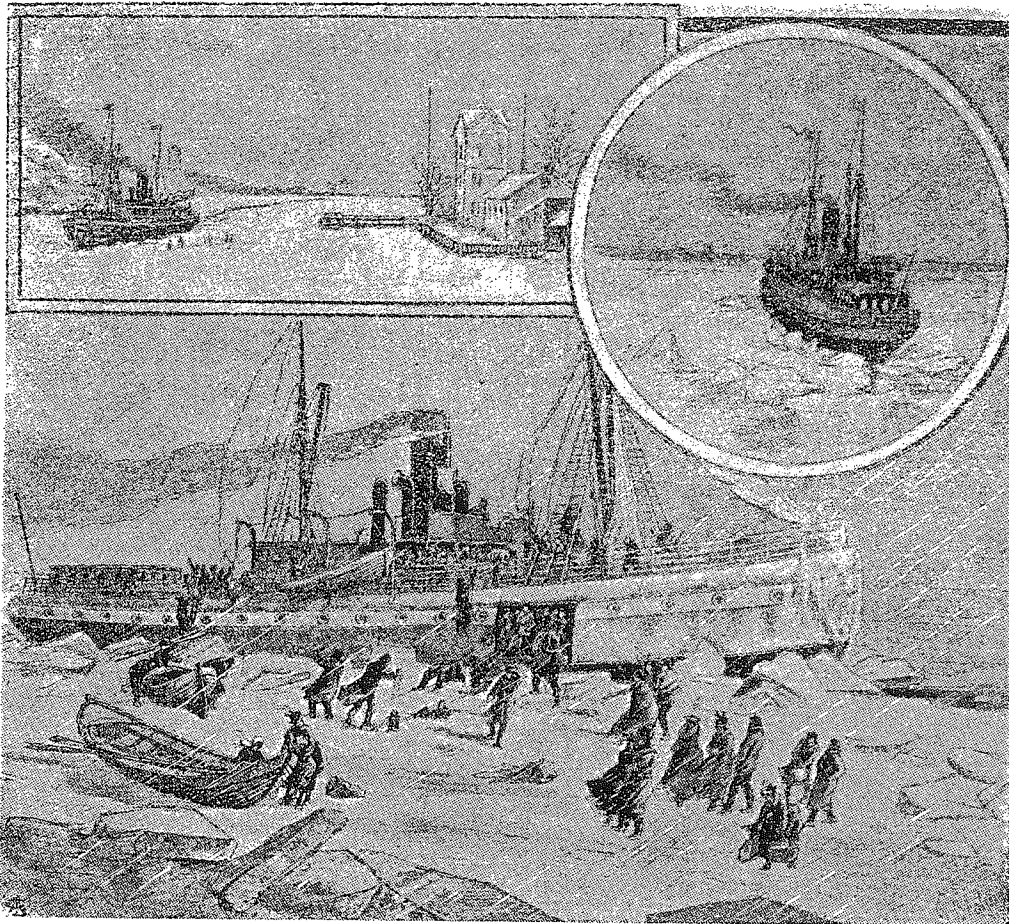


Kuva 9. Maailman ensimmäinen jäänmurtaja *Eisbrecher*.

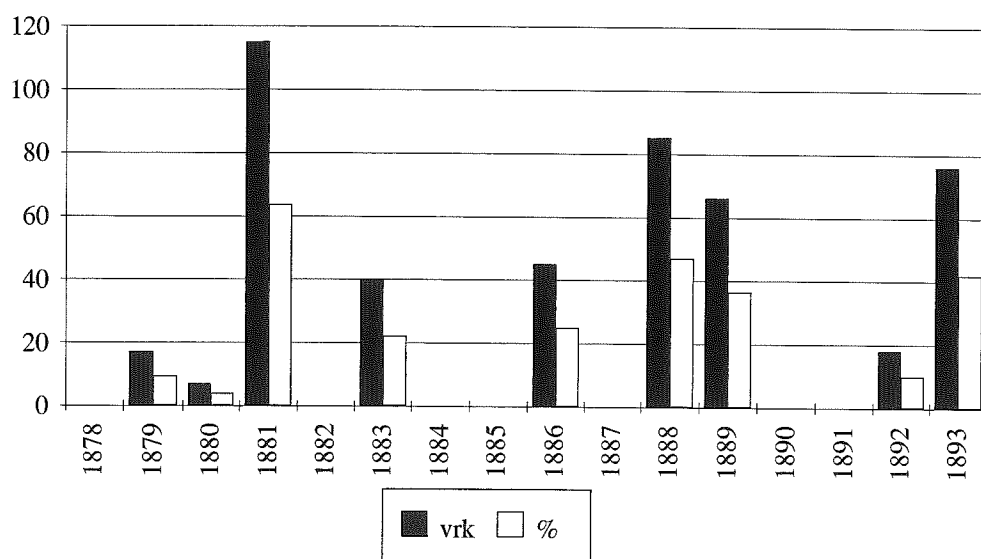
Jäänmurtajien tuoman hyvän kauppaveden vuoksi niitä kehitettiin edelleen ja niinpä Norjaan rakennettiin *Mjølner* vuonna 1876, Tanskaan *Starkodder* ja *Bryderen* vuonna 1883, ja Ruotsiin *Isbrytaren* 1882.

Venäjän kauppavaikeutuu ja Hangosta tulee talvisatama

Suomen meijerituotteiden menekki Pietarissa oli jo 1850- ja 1860-luvulla vähentynyt Venäjän meijerien kilpailun johdosta. Suomen teollisuustuotteiden vienti vaikeutui tullien vuoksi Helsingin ja Pietarin välisen radan valmistuttua vuonna 1870. Varsinainen kolaus Pietarin kautta ajatellulle ulkomaanviennille olivat vuonna 1885 Suomen ja Keisarikunnan välisessä kaupassa voimaantulleet uudet, melkoisen suuret vientimaksujen korotukset. Samalla tavaroille määrättiin kiintiöt (limiitit). Esimerkiksi paperiteollisuustuotteiden vienti Venäjälle väheni määräysten jälkeen noin puoleen (Pohjanpalo 1949, 66). Samana vuonna Suomen paperitehtailijat kokoontuivat keskustelemaan asiasta ja asettuivat ympärivuotisen suoran ulkomaan kauppayhteyden kannalle. Seuraavana vuonna voinviejät asettuivat samalle kannalle. Joitakin linjaliikenneyhteyksiä perustettiin, mutta jäävaikkeuksien vuoksi linjaliikenne Hanko-Tukholma (*Express*), Hanko-Lyypekki (*Finland*) ja Hanko-Kööpenhamina (*Libau* ja *Uffo*) oli 1880-luvun lopulla talvisin pitkään keskeytyksissä (Wesén 1911, kts. myös kuva 11). Asian ratkaisusta keskusteltiin vakavasti, ja niinpä Suomeen hankittiinkin ensimmäinen jäänmurtaja *Murtaja* vuonna 1890. Ennen jäänmurtajan tilaamista oli tanskalainen *Bryderen*, aikansa vahvin Pohjoismainen jäänmurtaja, kutsuttu keväällä 1889 kokeilumielessä avaamaan väylä Hangon satamaan (Pohjanpalo 1949, 83).



Kuva 10. Kuvia helmikuulta 1889: *Express* Sandhamnissa (ylhällä oikealla), Korsön majakka näkyvissä (pyöreä kuva) ja "kaikki matkustajat jäälle" (alla). G. Bolinin puupiirros Ny Illustrerad Tidningenissä v. 1889.



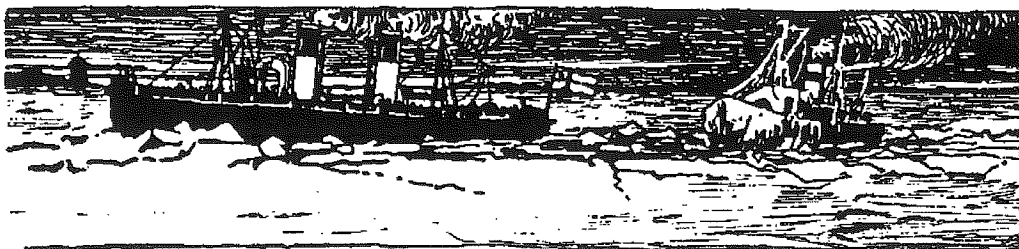
Kuva 11. *Expressen*in seisokit jäävaikeuksien takia 1877/78-1892/93. Prosenttiluku on laskettu 15.11.-15.5. väliselle ajalle. Lähde: Wesén 1911.

Bryderenin seurana oli täydessä lastissa purjehtiva *Vesuv*. K. A. Tavaststjerna, runoilija ja lehtimies, kuultuaan laivojen saapumisesta lähti ystävineen Russarön saarelle, ja nähtyään laivojen liikkuvan jäissä joi maljan murtajan kunniaksi. Tavaststjerna kuvaa kokemustaan joko isänmaallisuuden tai maljojen innostamana:

"Vallan isänmaallinen ja toiveikas tunnelma sai meidät valtaansa. Tämä uudenajan tekniikan taistelu jään kanssa oli ehkä maallamme ensiarvoisempi kuin mikään muu sen hangilla aikaisemmin käyty. Kahden mustan laivarungon hahmossa oli luoksemme tulossa vapautus köyhyyden ja kylmyyden kahleista. Me juhlimme ihmisneron voittoa ennakkoluuloista ja sitkeästä, jäisestä suomalaisesta luonnosta."

Tämän jälkeen herrat lähtivät kävelemään jäätä myöten jäänmurtajalle, jolle saavuttuaan aiheuttivat kakkuloineen, kävelykeppeineen ja kalosseineen ansaittua huomiota. Laivassa heitä kestitettiin lisää, jonka jälkeen toinen heistä haastatteli kapteenia ja toinen kestityksen innoittamana kirjoitti artikkelia. (Aalto 1976, 441-443).

Brydereniltä murtui Hangon edustan jäissä potkuri, ja kesti kolme päivää ennenkuin se *Vesuv*in kanssa pääsi satamaan. Samat ongelmat vaivasivat myös Suomen ensimmäistä jäänmurtajaa. *Murtaja* oli teknisiltä ratkaisuiltaan heikko Itämeren jäihin: se ei selviytynyt Hangon edustan ahtojäissä ja sillä oli vaikeuksia murtaa jopa 25 cm paksuista paksun lumen peittämää tasaista jäätä. Ensimmäiset tehokkaat jäänmurtajat olivat seuraavan sukupolven suomalainen *Sampo* (1898) ja venäläinen *Jermak* (1899). *Sampo* kykeni murtamaan sellaisenkin jään, johon *Murtaja* juuttui kiinni ja pystyi ankarinakin talvina ylläpitämään Hangon meriliikennettä.



Kuva 12. *Sampo* avustaa.

4. JÄÄNTUTKIMUS ENNEN VUOTTA 1919

Jäällä on liikuttu aina

Merten jäätyneillä ulapoilla on liikuttu melko vähän, jonka vuoksi ulapoiden jäistä ei yleisesti ottaen ole kovin tarkkoja ja laajamittaisia havaintoja. Rannikkoalueiden jäistä ja erityisesti jokien jäätymisestä ja jäänlähdestä sen sijaan on olemassa tietoja melko pitkältä ajanjaksolta (Leppäranta & Seinä 1985b).

Merijäiden kanssa tekemisiin joutuneet ihmiset ovat kirjanneet tapahtumia muistiin. Erityisesti on kirjattu muistiin tavallisuudesta poikkeavia tapahtumat. Tämän vuoksi hyvinkin pitkältä ajalta on olemassa satunnaisia havaintoja merijäistä.

Islannin vesiltä on olemassa jäätietoja aina saaren 1000 vuotta sitten tapahtuneesta asuttamisesta lähtien. Islannissa jäät ovat vaikuttaneet ja vaikuttavat yhä saaren ilmastoon ja sitä kautta maanviljelyyn sekä alusten purjehdusmahdollisuuksiin (esim. Koch 1945, Thorarinsson 1956). Itämereltä on olemassa jäätietoja aina keskiajasta alkaen. Speerchneider (1915) kertoo - viitaten Olaus Magnukseen - vuonna 1323 jään olleen niin paksua, että reellä voitiin ajaa Tanskasta Saksaan. Liikenne oli niin vilkasta, että jälle oli perustettu majataloja matkustavaisten virkistykseksi. Vanhin jäistä kertova Suomea koskeva muistutpano vuodelta 1269 kertoo reellä matkatun Virosta Suomeen ja edelleen Saaristomeren ja Ahvenanmeren yli Ruotsiin (Jurva 1937, 6). Myöhemmin säännöllistä liikennettä jäitse järjestettiin postinkuljetusta varten. Vuonna 1633 perustettiin postiruotu Eckeröstä, Ahvenanmaalta Ruotsin Vägöön. Talvisin posti kuljetettiin jäitse (Fagerlund 1925). Jäillä liikkuminen ei ole ollut mitenkään poikkeuksellista, kuten Turun Viikko-Sanomien kertoo: 21.3.1829: helmikuun 14. päivänä oli Suomenlahti kauttaaltaan hevosen kantavassa jäässä ja eestiläisiä hevosmiehiä oli saapunut jäitse Tallinnasta Helsinkiin.

Pikku jääkauden aikana on tietoja talvien ankaruudesta Etelä-Euroopassa: esim. vuonna 1503 Po-joki jäätyi niin paksulta, että se kantoi armeijan; vuonna 1669 Bosporinsalmi oli jäässä (Speerschneider 1915). Armeijat ovat käyttäneet jäätä hyväkseen myös Pohjoismaissa: esimerkiksi vuonna 1656 Kaarle X Kustaa marssitti armeijansa Skoonesta Tanskaan Juutinrauman yli. Suomen sodan aikana v. Döbeln marssitti 2500 miestä Ahvenanmaalta Ruotsiin, ja venäläinen Barclay de Tolly vei 3500 miestä 17.-21.3. 1809 Merenkurkun yli (Lindgrén & Neumann 1982).



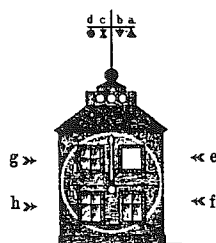
Kuva 13. Olaus Magnuksen kartassa on kuvattuna rekiajelua meren jäällä (1539).

Merenkurkun yli on matkattu jäitse myös myöhemmin suurin joukoin. Vuonna 1893 oli ankara talvi, jolloin kuljetettiin Vaasasta Uumajaan huomattavia määriä vientitavaroita - 20.2.-25.3. välisenä aikana 9300 kuormallista. Viimeksi Merenkurkun jäätie on ollut suurimittaisessa käytössä talvella 1940, jolloin sen autosaattueet olivat eräs osa Suomen talvisodan aikaista huoltoa. Merenkurkun jäätie oli viimeksi käytössä talvina 1966 ja 1970. Tämän jälkeen laivaliikenne on rikkonut jäätä, ja Merenkurkkuun ei ole muodostunut kiinteää kiintojääsiltää. Samoin Ahvenanmaan ja Ruotsin välillä on ollut käytössä jäätie. Myöskään sinne ei enää voi muodostua kiintojääsiltää lisääntyneen laivaliikenteen vuoksi.

Jäähavainnointi käyntiin

Jo ennen höyrylaivoja jäissä navigointia varten kehitettiin erilaisia signaalijärjestelmiä, joilla aluksia voitiin varoittaa jäistä. Vuonna 1838 Venäjällä astui voimaan määräys antaa majakoilta valomerkkejä aluksille vaikeista jäätilanteista. Tämä johti jäätilanteiden muistiinmerkitsemiseen esim. useilla Suomenlahden majakoilla. Vuonna 1843 tanskalaisella Skagenin majakalla otettiin käyttöön jäistä varoittaminen Juutinrauman vesillä käyttäen lippuviestitystä. Tämä alkujaan puhtaasti käytännöllinen tapa oli alkua jääpalvelutoiminnalle ja johti myös jäätilanteiden kirjaamiseen (Palosuo 1953, 12). Tanskan optiset jääsignaaliasemat olivat käytössä vielä ainakin 1930-luvulla (Statens istjenste 1936).

Ved Helsingør vises der Issignaler ved Hjælp af hvide Skodder for Vinduerne i Lods- og Karantænehuset paa Havnens Sydmole.



Der kan gives 4 forskellige Signaler, nemlig:

- e: Is i Kattegat Østerrende
- f: Is i Læsø Rende
- g: Is i nordlige Indgang til Store Bælt
- h: Is i Drogden.

Ved Sprogø Fyr vises der Issignaler ved Hjælp af Balloner under Stænger, der rager ud fra Fyrtaarnets Galleri, henholdsvis mod Øst og mod Vest.

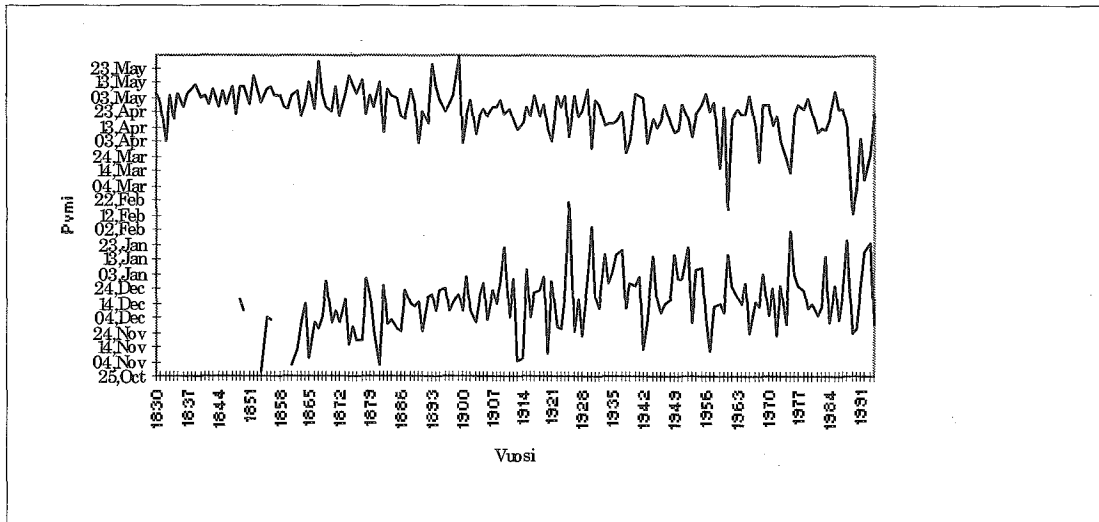


Signalerne paa den østlige Stang gælder for Store Bælt Østerrende

Signalerne paa den vestlige Stang gælder for Store Bælt Vesterrende.

Kuva 14. Esimerkki Tanskassa käytetystä jääsignaalijärjestelmästä. Helsingørissä jäätilanne viestitettiin päivisin viisarilla ja öisin pitämällä valoa ikkunassa. e = jäätä Kattegatin itäosassa, f= jäätä Læsø-n Rendissä, g= jäätä Ison Beltin pohjoisosan tuloväylillä ja h= Drogdenin majakan ympäristössä. Lähde: Statens istjenste 1936.

Samaan aikaan alettiin kerätä muiden havaintojen yhteydessä tietoja jäistä myös puhtaasti tieteellisestä mielenkiinnosta. Vuonna 1846 Suomessa aloitettiin Suomen Tiedeseuran toimesta jäätietojen keruu; tiedot käsittivät aluksi jäätymis- ja jäänlähtöajankohtia rannikkoseuduilla. Systemaattinen jäähavainnointi majakoilla ja luotsiasemilla alkoi Ruotsissa vuonna 1871 ja Venäjällä vuonna 1888. Tiedot kerättiin talven aikana ja lähetettiin viranomaisille kesällä. Vuonna 1881 Ruotsin luotsihallitus alkoi pystyttää uutta havaintoverkkoa ja vuotta myöhemmin aloitettiin jääsignaalien anto aluksille. Yhdenmukaisten jääsignaalien käytöstä Ruotsi ja Tanska sopivat vuonna 1895. (Blenner & Ohrelius 1960, 15-16).

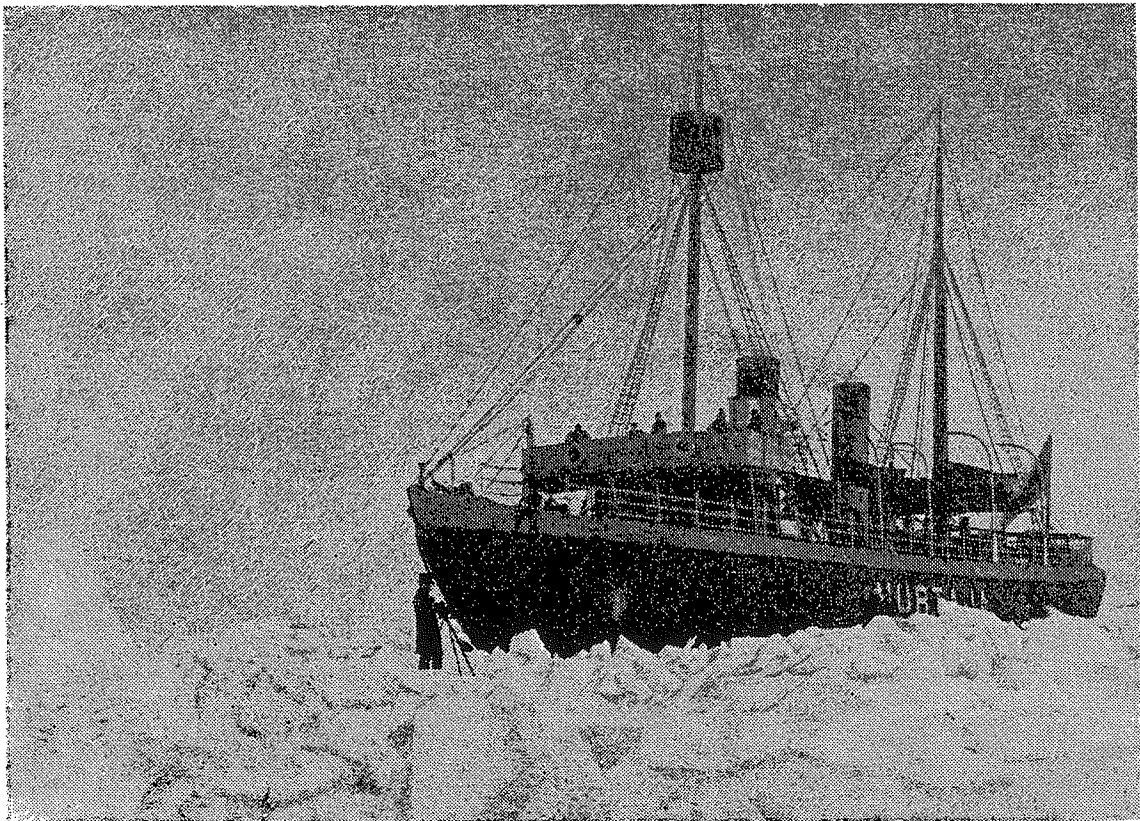


Kuva 15. Helsingin Eteläsataman ensijäätyminen (alin) ja jäänlähtö (ylin) 1830-1994. Lähde: talvet 1830-1984 Leppäranta & Seinä 1985, 1985-1994 MTL:n arkisto.

Kuten edellä on mainittu, 1800-luvun puolivälin jälkeen kiinnostus talvimerenkulkumahdollisuutta kohtaan lisääntyi voimakkaasti eri puolilla Eurooppaa, ja jäänmurtajia rakennettiin. Suomeenkin hankittiin vuonna 1890 ensimmäinen "jäänsärkijä-, hinaaja- ja pelastushöyrylaiva" eli nykykielellä jäänmurtaja, *Murtaja*, lähinnä turvaamaan kasvavaa voi- ja teollisuustuotteiden vientiä Länsi-Eurooppaan. Samalla kasvoi tietojen tarve lähes tutkimattomista merijäistä. Suomen Tiedeseuran toimesta alettiinkin panostaa merijääntutkimuksiin ja kehittää tutkimusmenetelmiä. Aluksi mielenkiinto kohdistui lähinnä klimatologisiin tietoihin, jään alueellisen ja ajallisen esiintymisen selvittämiseen (esim. Levänen 1889), mutta jo vuosisadan vaihteessa huomiota kohdistettiin myös jään rakenteen tarkasteluun (esim. Heinrichs 1903).

Jääntutkimus oli jo alusta lähtien ollut selkeässä kytkenässä elinkeinoelämän kanssa. Kysymys talvimerenkulusta ja jäänmurtajan hankkimisesta sen ylläpitämiseksi asetti selkeitä vaatimuksia jäätilanteiden selvittämiseksi. Ensimmäisen ehdotuksen jäiden tutkimiseksi meriliikennettä silmälläpitäen teki Bogskärin entinen majakkamestari, kapteeni D. J. Sjöstrand vuonna 1887. Luotsiylihallitus (nykyinen merenkulkuhallitus), Suomen Tiedeseura ja useat komiteat käsittelivät jääntutkimus-kysymystä. Vuonna 1889 laadittiin ohjelma, jonka mukaan oli perustettava erityinen toimisto harjoittamaan jään- ja merentutkimusta. Mitään ei kuitenkaan tehty, ja asia hautui aina 1890-luvun lopulle. *Murtajalla* ja Hangon majakalla tehtiin jäähavaintoja jo talvesta 1890 alkaen. Hangon majakalla alettiin lisäksi vuonna 1893 piirtää jäätilanteista jääkarttoja. Suuri Talvimerenkulkukomitea antoi K. E. Palménin asianharrastuksen ansiosta ehdotuksen jäiden tutkimiseksi. Palmén piti vuonna 1895 Suomen maantieteellisessä seurassa esitelmän, joka perustui Hangon majakan havaintoihin ajojäästä ja railoista. Seuraavana vuonna Suuri Talvimerenkulkukomitea ehdotti merenkulku-

meteorologisen toimiston perustamista. Tukholman vuoden 1898 luonnontieteellinen konferenssi otti jäähavainnoinnin mukaan hydrografiatutkimuksiin. Tämä lisäsi yleisesti kiinnostusta jäätutkimuksiin. Kaikki tämä yhdessä johti siihen, että Helsingin kaupunginvaltuuston anottua luotsiylihallitukselta jäähavaintojen tekoa neljällä etelärannikon majakalla, ja myönnettyään tarkoitukseen määrärahan, havainnointi voitiin aloittaa vuoden 1897 alusta yhteistyössä Suomen Tiedeseuran kanssa. Samaan aikaan aloitetut meritieteelliset tutkimukset osoittivat, ettei jäätä kannattanut tutkia erikseen vaan "muiden meri-ilmiöiden yhteydessä" (Witting 1920, 3-5). Suomen Tiedeseura ehdottikin, että säännöllistä jäähavainnointia tehtäisiin joillakin paikoilla meritieteellisen havainnoinnin yhteydessä. Hallitus suostui esitykseen, ja vuosien 1899-1900 aikana havaintoverkko saatiin toimintaan. Jäätilannekarttoja piirrettiin nyt Hangon majakan lisäksi myös Bogskärissä, Utössä, Russarössä, Jussarössä, Porkkalassa, Harmajalla ja Söderskärissä. Työtä valvoi Suomen Tiedeseuran meteorologinen valiokunta ja työstä huolehti Meteorologinen keskuslaitos (nykyinen Ilmatieteen laitos) "varsinaisten töidensä ulkopuolella" (Witting 1920, 3-5. Ramsay 1947, 342-350).



Kuva 16. Suomen ensimmäinen jäänmurtaja *Murtaja* Hangon edustan ahtautumien keskellä.

Meteorologisessa keskuslaitoksessa tutkittiin laajasti merijäitä ja julkaisutoiminta oli vilkasta. Erityisesti Heinrichs (1904, 1905, 1907), Korhonen (1909, 1912, 1915) (Heinrichs & Korhonen 1908) ja Hellström (1913) kehittivät innokkaasti merijääntutkimusta ja julkaisivat jäätietoja talvista 1890-1909.

Hellström oli ensimmäinen Suomessa merijäistä väitellyt. Hän toimittikin innokkaasti merijää-aineistoa Meteorologisessa keskuslaitoksessa. Merentutkimuslaitoksen perustamisen jälkeen Hellström haki virkaa jääosastolta. Häntä ei kuitenkaan valittu. Tämän vuoksi hän riitautui loppu- elämäkseen Merentutkimuslaitoksen kanssa. Hellström joutui lopulta Porin lyseoon opettajaksi. Sieltä käsin hän

kirjoitteli kiukkuisia kirjoituksia merijäästä tiedottamisen ja yleensä meriliikennepolitiikan huonosta hoidosta etupäässä Björneborgs Tidningeniin.

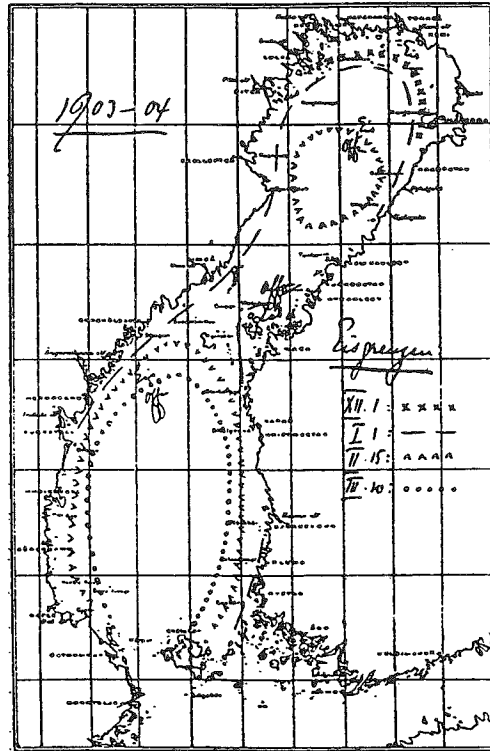


Fig. 3. Ungefähre Eisgrenze im Winter 1904 im Bottnischen Meerbusen. Nach WITTING (74) 1908.

Kuva 17. Pohjanlahden arvioitu jäänreuna talvella 1903-04. Lähde: Witting 1908.

Jääntutkimus Meritutkimusjaostolle ja ensimmäiset lähes tosiaikaiset jääkartat

Suomen Tiedeseuran perustettua Meritutkimusjaoston vuonna 1902 jäätyö siirtyi sinne, ja yhteistyössä luotsiylihallituksen kanssa laajennettiin havaintoverkkoa. Ensimmäinen Meritutkimuksen julkaisema tutkimus koski talvea 1911 (Witting 1912). Meritutkimusjaostossa jäähavaintotöistä vastasivat tuleva Meritutkimuslaitoksen johtaja, tri Rolf Witting ja tuleva Meritutkimuslaitoksen jääosaston johtaja, maisteri Gunnar Granqvist (Witting 1916). Mainittakoon tässä, että byrokraattisista syistä talvesta 1909/10 ei ole julkaistu lainkaan jäätietoja (Leppäranta & Seinä 1985b). Tuntemattomista syistä myös W. W. Korhonen joutui julkaisemaan omalla kustannuksellaan talvien 1899 ja 1900 jäätiedot (Korhonen 1912. 1915).

Talvella 1912 yritettiin täyttää havaintoaineiston aukkoja kehottamalla asiaa harrastavia henkilöitä toimimaan vapaaehtoisina havaitsijoina. Yritys onnistui aluksi mainiosti, mutta aikaa myöten osoittautui mahdottomaksi saada vapaaehtoisvoimin säännöllisiä ja tarpeeksi tarkkoja jäähavaintoja.

Isförhållandena utanför Helsingfors.

Isen utanför Helsingfors har under denna vecka icke undergått någon förändring. Den mäter i farleden vid Gråhara fyr 35 cm., norrom Gråhara 28 cm. och halfvägs emellan Sveaborg och Gråhara 34 cm. Fast is sträcker sig två sjömil söderom Gråhara. Utanför denna ligger bruten is cirka två mil. På vissa ställen höjer isen sig öfver vattenytan två meter. Huru tjock den är, har man icke närmare undersökt, men man uppskattar tjockleken till fyra meter i medeltal.

Isen har ännu icke rönt något nämnvärdt inflytande af våren. Den 8 dennes körde man ut till Gråhara med häst. De kalla nätterna ha gjort, att isen ännu ej påverkats af solen och den varmare väderleken. Om vädret, som det nu synes, slår om och nattfroster ej inträffa, blir isen snart svagare.

Till följd af packisbandets tjocklek och beskaffenhet i öfrigt kan isen, om också landvind begynner blåsa, icke drifva ut till hafs. Endast genom vårsolens inverkan och med tillhjälp af isbrytare kan en snar förändring i isförhållandena vara att vänta.

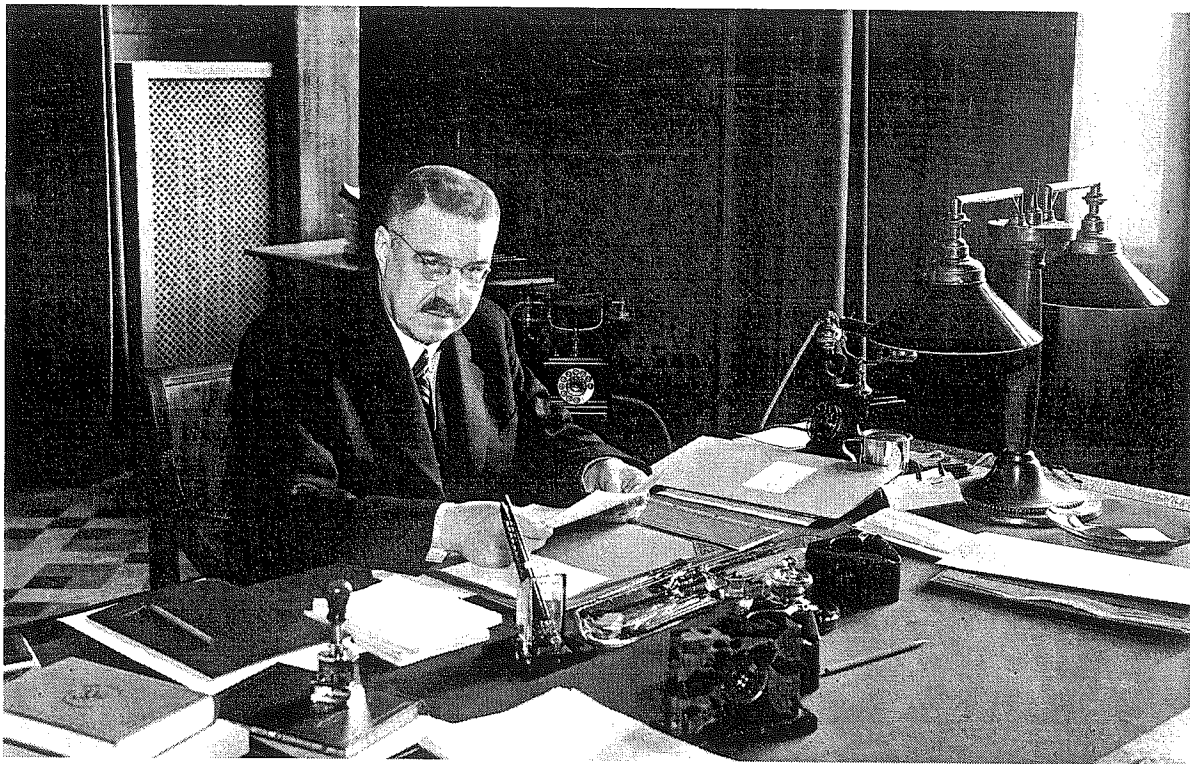
— Sjöfarten på Jakobstad är numera afslutad efter det misslyckade försök ryska ångaren „Ilse” den 9 dennes gjorde att inkomma. Ångaren, som kom ifrån Mäntyluoto, var befraktad att intaga trävaror till Lübeck. På grund af mötande fast is, som mätte goda åtta tum, måste båten efter att hafva gjort ett par ansatser hvarvid den fastnade i isen innanför Svarten uppgä försöket att inkomma. Under tiden båten låg fast i isen promenerade en del personer ut till densamma och telegrafkontoret sände ut ett några dagar tidigare till ångarens kapten anländt telegram som innehöll order från rederiet att i händelse af svårare isförhållanden afgå, hvarpå ångaren bråkade sig loss och styrde till hafs med Libau som mål.

Kuva 18. Kaksi pientä artikkelia Finska Sjöfartstidningenissä. Toisessa (17.12.1910) kerrotaan isen vaivalloisesta matkasta jäissä. Toisessa artikkelissa (15.4.1911) tulee esille, miten lehdistössäkin seurattiin tarkoin jäätilanteen kehitystä ja samalla laivaliikenteen alkua.

Jo 1890-luvulla julkaistiin merijäätilannekarttoja eri vuosikirjoissa, mutta jäätilanheet oli analysoitu kuukausia jälkikäteen. 1900-luvun alkuvuosina jäätilannetietoja kerättiin noin kuukauden viipeellä, suoritettiinhan jääpalvelutoimintaa Suomen Tiedeseuran merentutkimusjaostossa muiden töiden lomassa. Osa jäätiedoista saapui Tiedeseuraan vasta jäätalven loputtua. Vasta ensimmäisen maailmansodan syttyminen muutti tilanteen. Tarvitessaan strategisia suunnitelmiaan varten nopeasti luotettavia jäätietoja keisarillinen laivasto määräsi vuoden 1915 alussa luotsiylihallituksen kautta Suomen Tiedeseuran tekemään viikottain jäätilannekarttoja. Sota-ajan myötä myös kauppa-alukset tarvitsivat entistä parempaa ja nopeampaa operatiivista merijäätietoa.

Tiedeseurassa ryhdyttiin järjestelemään jäähavainnointia uuteen uskoon. Ensinnäkin vanhat havaintoasemien kuukausiraportit muutettiin viikottaisiksi. Toiseksi jäätietojen saantia varten luotiin puhelintiedottajaverkosto, ja joiltakin paikkakunnilta jäätietoja saatiin sähkösanomina. Tätä varten määrättiin jäähavaintoasemat; sekä "komentoteitse" luotsi- ja majakkahenkilökunta lähettämään viikottain jäätiedotuksia ja tärkeimmiltä asemilta myös jäätilannekarttoja. Uusi, käänteentekevä järjestelmä saatiin toimintaan maaliskuun 1. päivänä 1915 (Granqvist 1926a, 5). "Muistiinpanoja ja

karttaluonnoksia tehdään viikko viikolta ja lähetetään postitse Meritutkimukselle, missä niiden perusteella heti laaditaan yleiskarttoja jääsuhteista"(Witting 1920, 3-5). Käytännössä tiedot jäähavaintoasemilta kerättiin perjantaisin ja seuraavana tiistaina saatiin valmiiksi jääkartta. Prof. Wittingin (1916, 2) sanoin: "päiväkirjain tarkastus lopetettiin ja kartat piirustettiin perjantaina, seuraavana tiistaina voitiin luovuttaa selostus jääsuhteista suureen kokoon valmistetun kartan muodossa". Ensimmäinen viikkojääkartta ilmestyi helmikuun 12. päivänä vuonna 1915. Tätä ajankohtaa voidaan pitää käänteentekeväenä, tehtiinhän silloin jääkarttoja ensimmäistä kertaa maailmassa lähes-tosi aikaisesti.



Kuva 19. Merentutkimuslaitoksen johtaja 1918-1936, prof Rolf Witting työpöytänsä äärellä. Prof. Wittingillä oli käytössään suuri kahdenistuttava Billnäsin valmistama työpöytä, jonka laatikossa lukee "ostettu 13.3.1926 hintaan 1320:-". Pöydän toisella puoliskolla (kuvassa) Witting teki hallinnolliset työt ja toisella puolella tieteelliset työt. Tämä pöytä on nykyään jääpalvelun tutkijoiden päivittäisessä käytössä.

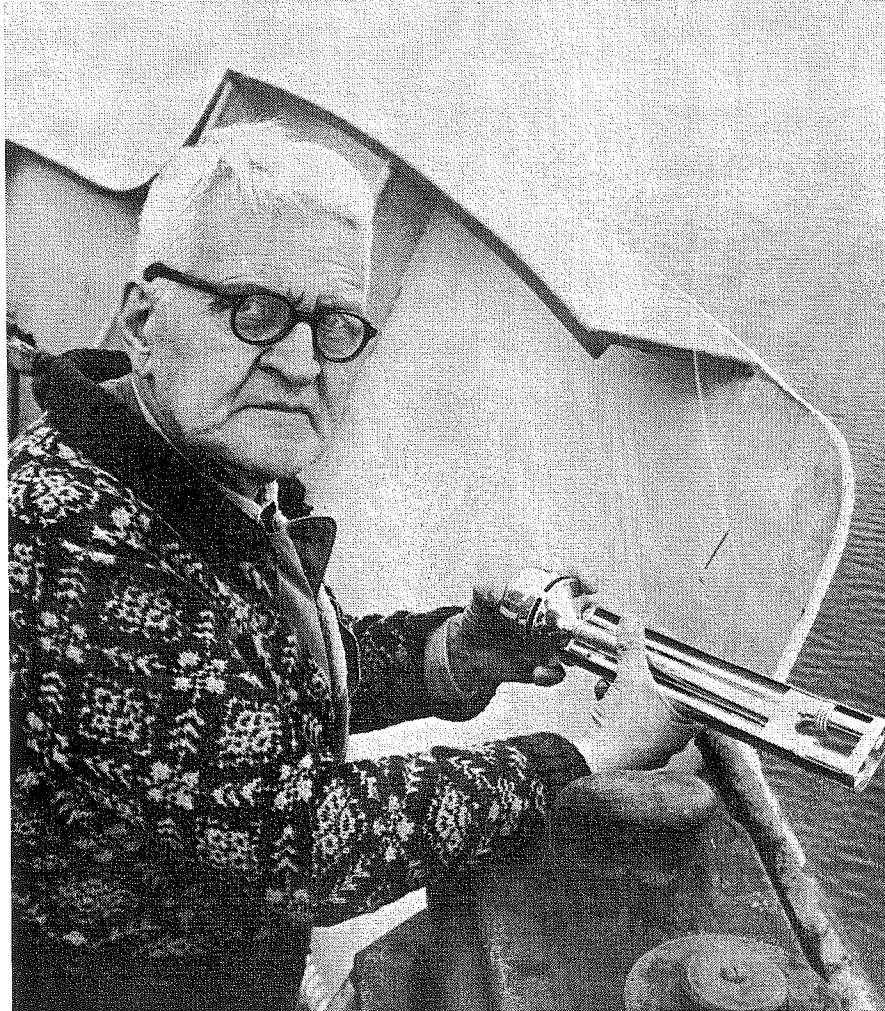
Seuraavina talvina havaintoverkko toimi hyvin ja viikkojääkarttoja tehtiin säännöllisesti. Rauhattomana talvena 1918 havaintoverkko toimi vain osittain. Tästä huolimatta jäähavaintoja tehtiin virkamiestyönä jopa sotatoimialueilla (Leppäranta & Seinä 1985b; vrt. Granqvist 1926c).

5. MERENTUTKIMUSLAITOKSEN PERUSTAMISESTA TALVISOTAAN - TALVET 1919-1939

Jäätyö järjestetään uudelleen

Merentutkimuslaitos perustettiin 19. marraskuuta 1918. Suomen Senaatin antamalla asetuksella muutettiin Suomen Tiedeseuran valvonnallaisina toiminut *Hydrografis-biologiset meritutkimukset* Kirkollis-opetusministeriön alaiseksi itsenäiseksi laitokseksi. Annetun asetuksen mukaan

Merentutkimuslaitoksen tuli "johtaa ja toimittaa Suomea ympäröivien merien yleistä tilaa, niiden fysikaalisia ja kemiallisia ominaisuuksia, vedenkorkeus-, virta- ja jääsuhteita, ynnä niiden yhteydessä olevia kysymyksiä koskevia tieteellisiä tutkimuksia sekä edustaa Suomea kansainvälisessä yhteistyössä tähän kuuluvalla alalla". Laitoksen johtajalla oli professorin arvonimi ja osastonjohtajia kutsuttiin talassologeiksi. (Lisitzin 1978, 5).

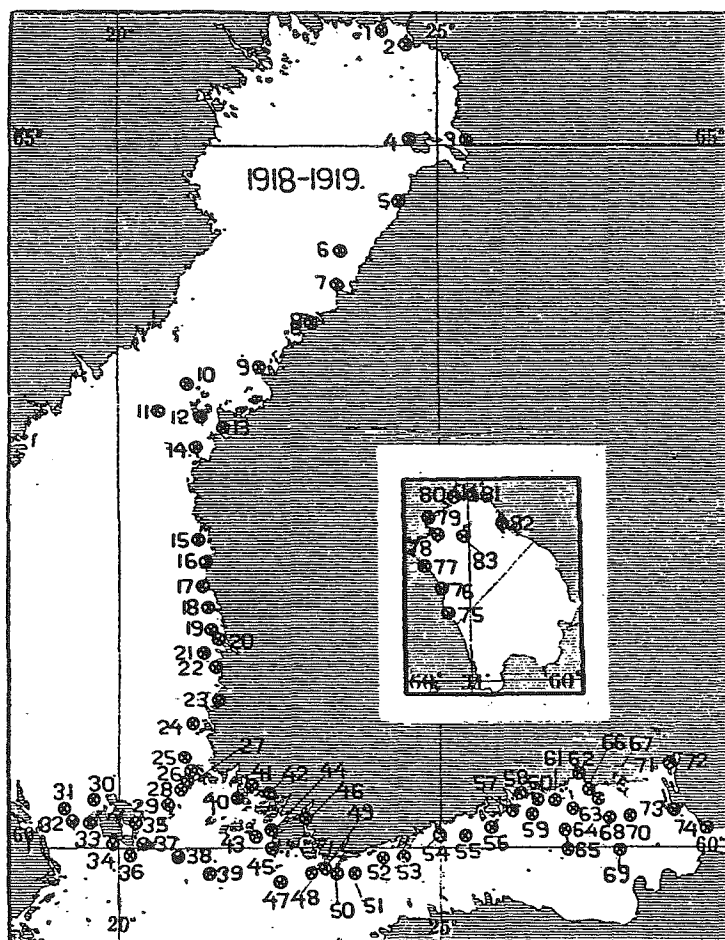


Kuva 20. Prof. Gunnar Granqvist Kansainvälisen geofysiikan vuoden Huippuvuorten matkalla vuonna 1956. Kuva on vanhan *Arandan* keulasta ja Granqvistilla on kädessään Assman-lämpömittari.

Merentutkimuslaitoksen johtajaksi valittiin fil. tri Rolf Witting, joka oli vuodesta 1902 toiminut Suomen Tiedeseuran hydrografis-biologisissa tutkimuksissa ja vuodesta 1911 ollut sen johtaja.

Jää- ja yleisen meritieteen osaston talassologiksi valittiin fil. maist. Gunnar Granqvist (erivapaudella, kelpoisuusvaatimuksena oli ns. vanha lisensiaattitutkinto) ja assistentiksi fil. maist. Risto Jurva. Granqvist oli toiminut Suomen Tiedeseuran hydrografis-biologisten tutkimusten assistenttina 1911-1918.

Merentutkimuslaitos toimi aluksi Konstantiininkatu 8:ssa (nykyisin Meritullinkatu) ahtaassa vuokrahuoneistossa. Vuoden 1926 kesällä laitos siirrettiin Tähtitorninkatu 2:ssa olevaan valtion omistamaan taloon, jossa toimi myös merenkulkuhallitus. (Lisitzin 1978, 7).



Kuva 21. Jäähavaintoasemat talvella 1919.

Jääosaston, jääpalvelun edeltäjän, tehtävänä oli organisoida, kerätä, analysoida ja tiedottaa merijäätilanteesta. Jääpalvelutoiminta käynnistettiin Merentutkimuslaitoksen perustamisen jälkeen nopeasti, ja ensimmäinen jääkartta julkaistiin jo 19. tammikuuta 1919. Aluksi oli laajennettava ja organisoitava uudelleen kansalaissodassa osin hävinnyt jäähavaintsijoiden verkosto siten, että se kattoi mahdollisimman laajasti Suomen rannikon ja saariston. Jo havaintoverkon pystytys vaati voimia ja määrätietoisuutta, tapahtuihan jäähavainnointi vapaaehtoisvoimin: "Vuoden 1918 lopussa puhuteltiin havaitsijoita, joille lähetettiin havaintokaavakkeet sekä kartat, ja havaintoverkko saatiin pääkohdissaan toimimaan toivotussa laajuudessa" (Witting 1920, 3-5). Havaitsijat tekivät jäähavaintoja päivittäin ja lähettivät ne Merentutkimuslaitokselle perjantaisin, "jolloin havaitsijat muutenkin tavallista huolellisemmin tarkkaavat aluettansa" (Witting 1920, 3-5). Jo alusta alkaen tärkeimmät havaintoasemat antoivat jäätietonsa puhelimitse ja osin myös sähköitse. Jääosastossa niiden perusteella laadittiin "väliaikainen yleiskartta" ja jäätiedotus. Postitse saapuneiden jäähavaintoasemien tietojen perusteella laadittiin jälkepäin "väliaikaisista yleiskartoista" "täydellisemmät jääkartat", jotka alusta alkaen toimitettiin merenkulkuhallitukselle, Rannikopuolustuksen sotatoimien osastolle, Ulkoasianministeriön kauppapoliittiselle osastolle ja Saksaan Deutsche Seewarteniin, sekä osa "väliaikaisista yleiskartoista" Suomen Höyrylaiva osakeyhtiölle. Tammikuun lopulta 1919 alkaen jäätiedotus toimitettiin perjantai-iltapäivisin julkaistaviksi pääkaupungin sanomalehtiin, joita olivat

Uusi Suomi, Iltalehti, Kauppalehti, Helsingin Sanomat, Huvudstadsbladet, Dagens Press ja Suomen Sosialidemokraatti (Witting 1920. 1921. 1922).

Isförhållandena.

Havsforkningsinstitutets meddelanden

Isläget den 31 januari 1919

enligt till Havsforkningsinstitutet ingångna uppgifter: Fast is i den innersta delen av Finska viken återminstone till Seskär och öfer hela synkretsen från Björkö och Pitkäpaasi. Vidare längs finska kusten ett fast isbräm, som når till de yttre skären vid Aspö, Virorna, innanför Orregrund, vidare till Glosholm och därifrån västvert. Utanför Helsingfors sträkte sig isen till Gråhara, därutanför något drivis. Is brämet förlöper vidare längs kusten till stax utanför Porkala fyr (vid Mac Elliot något sammanfrusen drivis), i båge inåt över Barösundsfjärden, till Bågaskär och vidare längs skärgårdskanten till Furuskär vid Tvärminne. Utanför isbrämet så när som på enstaka isflak överallt öppet vatten; väster om Högländ dock något is till c:a 7 sjömil väster om ön.

Hangö östra och västra fjärd isfria. Skärgårdshavet isfritt utom ett bredare bräm längs finska kusten och i mindre vikar. Skärgården söder om Bromarfslandet isbelagd. Isranden går upp till Padvaö och Bolax. Västanfjärds och Dragsfjärds vikar isbelagda. Gullkrona fjärd öppen till Högländ och Erstan till Grangrunden. Tunga av tunn is till ut till Nagu, Rimito, Töfsala och Gustafs skärgårdar isbelagda.

Bottehavet öppet utom ett smalt bräm längs kusten. Vid Nystad sträcker sig fast is ut till KIRSTA strand, vid Raumo till Santakari, vid Säbbskär halvvägs till denna. I Räfsö hamn fast is, i Mäntyluohto issörja. Vid Kaskö når öppna vattnet till stranden av Sälgrunds fyr.

Uppgifter för denna dag från nordligare orter ha ännu ej ingått. Den 24 januari tunn fast is ut till Stömmingsbågan och Rönnskär, öppet vatten mellan Rönnskär och Norrskär, tunn is över norra Kvarken. Bottenviken öppen utanför ett isbräm, som slutar innanför Stubben och vid Ohtakari. Vid Brahestad och vidare norrut samt vid Marjaniemi på Karlö fast is och packis över hela synkretsen.

Kuva 22. Hufvudstadsbladetissa 2.2.1919 julkaistu Merentutkimuslaitoksen ensimmäinen lehdistölle suunnattu jäätiedotus. Suomenkieliset lehdet eivät julkaisseet ensimmäistä jäätiedotusta.

1920-luvun tiedotusongelmat

Jäähavaintoasemien määrä kasvoi 1920-luvulla yli sadan. Merentutkimuslaitoksen parantunut rahatilanne salli havaintopalkkioiden maksamisen talvesta 1920 alkaen: "Kaikki jääasemien havaintojentekijät saavat nyttemmin korvauksen työstään, sitten kuin ne vapaaehtoiset, joista Laitoksella ennen oli hyvä apu, ovat väsyneet" (Witting 1921). Lisäksi jäänmurtajat lähettivät sähkötyksellä *Talatta*-nimisenä jäätilanneraportteja (eräänlaista merimieskreikkaa - kreikan *thalatta* = meri).

Deutsche Seewarte halusi Suomen lähettävän alueensa jäätietoja myös sähkötyksellä. Syksyllä 1920 neuvoteltiin asiasta ja *toimikunta* esitti asian hallitukselle. Kuultuaan asiasta Sotaministeriötä ja merenkulkuhallitusta "oikeutti Kirkollis- ja Opetusministeriö 28 päivänä tammikuuta (1921) Laitoksen lauvantaisin kaksi kertaa ja, milloin jääsuhteet olivat vaihtelevampia, keskiviikkoisin lähettämään salamerkein kirjoitetun radiosähkösanoman jääsuhteista Wiipurissa, Kotkassa, Helsingissä, Hangossa,

Turussa, Maarianhaminassa, Raumalla, Mäntyluodolla ja Wasassa sekä ottamaan vastaan ulkomailta tulleet. Tämä jäätyö alkoi helmikuun 12 päivänä" (Witting 1922, 21).

Taulukko 1. Vuoden 1922 jääkoodi.

Vuoden 1922 jääkoodi

1. numero =Jää

0	Jäätöntä
1	Ohutta jäätä (sohjo, lautasjää, jalkamiestä kantamaton sinijää)
2	Hajallaan olevaa ajojäättä
3	Kiintää sileää tahi jokseenkin sileää jäätä, avovettä näkyvissä ulkopuolella (saaristossa: kiinteä tahi jokseenkin sileä jää peittää osaksi väylän)-
4	Tiheää ohutta ajojäättä
5	Tiheää ajojäättä, avovettä näkyvissä ulkopuolella
6	Kiinteä sileä tahi jokseenkin sileä jää peittää koko näköpiirin (saaristossa: kiinteä tahi jokseenkin sileä jää peittää koko väylän)
7	Kova jää, osaksi ahtoutunut, avovettä näkyvissä (saaristossa: ahtojäävyöhykkeitä kiinteässä jäässä, osa väylää avoinna)
8	Tiheää ajojäättä yli koko näköpiirin
9	Kova jää, osaksi ahtoutunut, peittää koko näköpiirin (saaristossa: koko väylä)
x	Ei ilmoitusta

2. numero =Meriliikenne

0	Meriliikenne esteetön
1	Meriusvaa, sumua, pyryä y.m.
2	Liikenne purjealuksille hankala
3	Liikenne hankala, mahdollinen purjealuksilla ainoastaan hinaajan avulla
4	Liikenne vaikeutunut, purjealuksilta suljettu
5	Liikenne mahdollinen ainoastaan talvilaivoille
6	Liikenne mahdollinen ainoastaan jäänmurtajan avulla
7	Meriliikenne päättynyt
8	Väylää ylläpitää jäänmurtaja
9	Meriliikenne suljettu
x	Ei ilmoitusta

Lähde : Witting 1923, ss. 93-94.

Edellisenä talvena koodimuotoisia jäätietoja olivat välittäneet Saksa, Viro ja Latvia. Suomen tultua mukaan myös Ruotsi aloitti jäätiedotukset marraskuussa 1921. Ruotsissa otettiin koodiksi omatekoinen sekoitus saksalaista ja jotain muuta, joka muiden käyttäessä saksalaista koodia aiheutti sekaannuksia merenkulkijoissa (Witting 1922).

Vuoden 1921 lopulla päätettiin laajentaa jäätiedotus päivittäiseksi, josta asiasta hallitus teki päätöksen jouluaaton aattona. Kun järjestelyt oli suoritettu loppuun, aloitettiin päivittäiset jäätiedotukset 16. tammikuuta 1922. Saksalainen ja ruotsalainen koodijärjestelmä ei tyydyttänyt suomalaisia, joiden mielestä tuntui "sopivammalta koettaa käytännössä järjestelmää, joka lähinnä liittyisi meidän oloihimme" (Witting 1922, 22). Niinpä Suomessa päädyttiinkin kolmanteen järjestelmään.

Taulukko 2. Vasemmalla vuoden 1923 jääkoodi ja oikealla vuoden 1925 jääkoodi.

Vuoden 1923 jääkoodi

1. numero =Jääsuhteet

0	Jäätöntä
1	Helppoa jäätä (ohutta jäätä, hyvin harvaa ajojäätä, kulkijaa kestämatöntä kiintojäättä)
2	Tiheää sohjoa
3	Kiintojäättä
4	Ajojäättä
5	Ahtojäävöitä
6	Ahtoutunutta jäätä
7	Merenrailo, rannikon suuntainen
8	Jäänpuristusta
9	Yhteenjäätyneitä jääjoukkioita
x	Ei ilmoitusta

Vuoden 1925 jääkoodi

1. numero =Jääsuhteet

0	Jäätöntä
1	Helppoa jääsohjoa tai uuttajäättä
2	Kiinteätä jäätä
3	Ajojäättä
4	Ahtautunutta jääsohjoa tai ahtojäävöitä
5	Rannikonsuuntainen merenrailo
6	Vahvaa kiintojäättä
7	Vahvaa ajojäättä
8	Ahtojäättä
9	Jäänpuristusta
x	Ei ilmoitusta

2. numero =Meriliikenne

0	Meriliikenne esteetön
1	Meriliikenne höyryaluksilla esteetön, purjealuksilla hankala
2	Meriliikenne heikoilla höyryaluksilla vaikeutunut, purjealuksilla epävarma
3	Meriliikenne ainoastaan voimakkailla höyryaluksilla mahdollinen ilman jäänmurtajan apua
4	Meriliikenne ainoastaan talvilaivoilla mahdollinen ilman jäänmurtajan apua
5	Väylä tehty jäähän
6	Meriliikenteen ylläpitää jäänmurtaja
7	Meriliikenne tilapäisesti suljettu
8	Merenusvaa, sumua, lunta y.m.
9	Meriliikenne päättynyt
x	Ei ilmoitusta

2. numero =Meriliikenne

0	Meriliikenne esteetön
1	Meriliikenne koneellisilla aluksilla esteetön, purjealuksilla hankala
2	Meriliikenne heikkotehoisilla aluksilla vaikeutunut, purjealuksilla mahdoton
3	Meriliikenne ainoastaan voimakaskoneisilla aluksilla mahdollinen
4	Meriliikenne ainoastaan jäässäkäyntiä varten rakennetuilla aluksilla mahdollinen
5	Meriliikennettä ylläpitää jäänmurtaja
6	Väylä tehty kiinteään jäähän
7	Meriliikenne tilapäisesti suljettu
8	Meriliikenne päättynyt
9	Liikennemahdollisuudet tuntemattomia sumuisen sään takia
x	Ei ilmoitusta

Lähde : Witting 1924, ss. 19-21.

Lähde : Witting 1926, ss. 14-27.

On selvää, etteivät Itämeren maiden käyttämät erilaiset jääkoodit varsinaisesti saaneet kiitosta merenkulkijoiden piireissä, erityisesti kun jotkut maat muuttivat koodiaan jopa kesken jäätalvea. Saadakseen asiaan parannusta Deutsche Seewarte kutsui vuonna 1925 Suomen, Ruotsin ja Viron edustajat keskustelemaan asiasta. Kokouksessa sovittiin kahden koodin käyttöönotosta: pohjoinen Ruotsia, Suomea ja Viroa varten, ja eteläinen Hollantia, Norjaa, Saksaa ja Tanskaa varten. Samassa kokouksessa esitettiin toive, etteivät eri maat syyskuun alun jälkeen tekisi muutoksia seuraavan talven jäätiedotusjärjestelmiinsä. Käyttöön otetussa uudessa koodissa ilmoitettiin paikan jälkeen yhdellä numerolla jääolot ja seuraavalla meriliikenneolot. (Witting 1926).

Merenkulkupiirien toivomuksesta aloitettiin radiossa vuonna 1927 yhä jatkuva tapa lukea päivittäin jäätiedotus: "Niiden tiedotustapojen lisäksi, joita talvella 1925-26 käytettiin, tuli tammik. 7 p:nä 1927 radiopuhelintiedotus. Joka arkipäivä luettiin jääkatsaus heti kello 13 jälkeen, joten se seurasi erikoisia keskipäivä- ja sää tiedotuksia" (Witting 1928). Merentutkimuslaitoksella kannettiin jo tuolloin huolta informaation perillemenosta, samoin kuin ymmärrettiin jääpalvelutoiminnan ydin: "Laitos, joka ensiksi

halusi saada jonkun verran kokemusta kysymyksestä, piti välttämättömänä, jotta tällainen luettu jäätiedotus olisi mahdollisimman hyödyllinen, että sitä ei laadittaisi samaan kaavamaiseen muotoon kuin on pakko saattaa merkkikirjain tiedotukset, vaan että yhtenäinen jääkuvaus, jossa tilanne pääkohdiltaan ja käytetyt laivareitit mainitaan, parhaiten vastaisi tarkoitustaan. Tällainen jääkatsaus vaatii luonnollisesti enemmän työtä kuin kaavamainen, vain määrättyihin paikkakuntiin kohdistuva tiedotus; sen laatimiseksi on tarpeen, että sinä lyhyenä aikana, joka on käytettävissä ennen raportin antoa, jäätilasta on saatava verrattain täydellinen kuva" (Witting 1928, 12-13).

Mainittakoon tässä, että Yleisradio perustettiin vuonna 1926, ja seuraavana vuonna alkoi jäätiedotusten lukeminen radiossa. Täten jäätiedotus on eräs Suomen vanhimmista yhtäjaksoisista radio-ohjelmista. Erilaiset tahot ovat yrittäneet saada sitä lakkautetuksi, aivan viimeaikoinakin eräs merenkulkupiirejä lähellä oleva taho, mutta jäätiedotuksesta on muodostunut kuuntelijoille eräänlainen jatkuvuuden symboli ja täten se on saanut jatkua nykypäiviin saakka.

Merenkulkijoiden taholta esitettiin kuitenkin pian toivomus, että samanlainen jäätiedotus annettaisiin myös iltaisin. Merentutkimuslaitoksen tehtyä sopimuksen lennätinhallituksen kanssa, Hangon radion kautta alettiin lähettää helmikuusta 1927 alkaen päivittäin klo 20.30 iltapäivällä päivitettyä jäätiedotusta suomeksi ja ruotsiksi.

Saksalaisten toivottua, että jäätiedotukset luettaisiin myös saksaksi ja englanniksi, kokoontuivat Latvian, Ruotsin, Suomen, Neuvostoliiton ja Viron edustajat elokuussa Tallinnaan. Kokouksessa neuvoteltiin jäätiedotusten yhtenäistämisestä ja lopputuloksena sovittiin, että kaikki maat, Neuvostoliittoa lukuun ottamatta, käyttäisivät samanlaista merkkijärjestelmää jäätiedotuksissaan, "mikä suuresti helpottaa jokapäiväistä työtämme" (Witting 1928, 13).

Tallinnan kokouksen jälkeen jäätiedotusta alettiin lukea myös saksaksi ja englanniksi kolmasti päivässä: aamulla, keskipäivällä ja illalla. Lisäksi Santahaminan radioasemalta annettiin jäätietoa sähkötyksellä kahdesti vuorokaudessa. Sanomalehdille ja virastoille toimitettiin yhteenveto jäätilanteesta, joka sisälsi, paitsi Suomen tiedot, myös Venäjän, Viron, Latvian, Ruotsin ja Saksan jäätiedot. Jääkartta ja seikkaperäinen perjantaitiedotus toimitettiin kuudelletoista vastaanottajalle. (Witting 1929).

Vuonna 1927 astui voimaan asetus, joka velvoitti höyryalukset pitämään ankaran rangaistuksen uhalla jääpäiväkirjaa. Aikaisemmin Merentutkimuslaitos oli sopinut joidenkin alusten kanssa jäähavainnoinnista, mutta aineisto oli ollut epätasaista. Tämä uusi velvoite oli aluksilla käytössä aina 1970-luvulle saakka.

Merentutkimuslaitos saa oman radioaseman

Talvi 1929 oli hyvin vaikea, ja Tanskan salmet olivat pahoin ahtautuneen jään peitossa. Tanskalaiset pyysivätkin jäänmurtajia apuun. Ensin Ruotsista tulivat apuun *Atle* ja *Ymer* ja kun se ei riittänyt, myös Suomen *Jääkarhu* ja *Sampo* avustivat Tanskan aluevesillä. Lopulta tanskalaiset vuokrasivat venäläisen jäänmurtaja *Leninin* talven ajaksi (Statens istjente 1936, 30-31).

Talven aikana ilmenneistä tiedonkulkuvaikeuksista otettiin nopeasti opiksi. Vuonna 1930 Merentutkimuslaitos sai käyttöönsä oman radio-aseman, joka mahdollisti aikaisempaa nopeamman palvelun. Merentutkimuslaitoksen radioasema toimi myös tietojenvälittäjänä jäänmurtajien ja merenkulkuhallituksen välillä. Talvella 1932 jäänmurtajat alkoivat lähettää säännöllisesti jäätietoja kahdesti vuorokaudessa. (Witting 1931, 1932).

Aika Tid		Paikka havaintohet- kellä. Position vid observa- tionstiden	Jää ls 0-9	Jää liikkuu lsen driver		Tuuli Vind		Huomautuksia Anmärkningar
Päivä Dat.	Klo Kl.			Suunta Riktn.	Nopeus Hastigh.	Suunta Riktn.	Beauf.	
29	18 ¹⁵	$\varphi 61^{\circ} 08' P$ $\lambda 21^{\circ} 02' J$	0	-	-	Ka	2	Koko Selkämerellä tihny matka käyt. katsoo jätkön.
29	21 ⁵⁰	$\varphi 60^{\circ} 37' P$ $\lambda 19^{\circ} 43' J$	3	Ei havaittu		EKa	2	Pieniä irrallisia lauttoja
29	24 ⁰⁰	$\varphi 60^{\circ} 23' P$ $\lambda 19^{\circ} 00' J$	3	-	-	E	2	- - - - -
01	04 ⁰⁰	Ahvenanmeri	3	-	-	E	1	Understenin kumia irrallisia lauttoja, Ahvenanmeri avoin
01	8 ⁰⁰	$\varphi 58^{\circ} 33' P$ $\lambda 21^{\circ} 47' J$	0			Lo	2	
01	09 ¹⁰	$\varphi 59^{\circ} 37' P$ $\lambda 22^{\circ} 16' J$	4,7	-	-	Elo	2	
01	12 ³⁰	$\varphi 59^{\circ} 33' P$ $\lambda 23^{\circ} 20' J$	8	-	-	ELo	2	Jääty odottamaan jään- säukijää.
01	17 ¹⁵	$\varphi 59^{\circ} 26' P$ $\lambda 23^{\circ} 43' J$	8	-	-	Elo	2	Potkkalaan asti alko- jää

Kuva 23. Esimerkki kauppa-alusten pitämistä jääpäiväkirjoista: osa *Simpeleen* jääpäiväkirjaa 29.2.-1.3.1964.

Oman radioaseman myötä tuli mahdolliseksi saada nopeasti tietoja myös ulkosaarilta. Niinpä syksystä 1932 alkoi yhteistyö merivartioston ja rannikkopuolustuksen kanssa. Aikaisemmin yhteyksiä haittasivat heikot puhelinyhteydet. Uusi tietojenkeruu mahdollisti jääkoodialueiden laajentamisen. Uuteen jääkoodiin tuli 81 aluetta, vanhassa oli 63, mutta koska osa vanhoista jäi pois, lisäys oli 27 paikkaa. Lisäksi jakoa selkeennytettiin ja ensimmäistä kertaa otettiin mukaa ulkomerialueita. (Granqvist 1934).

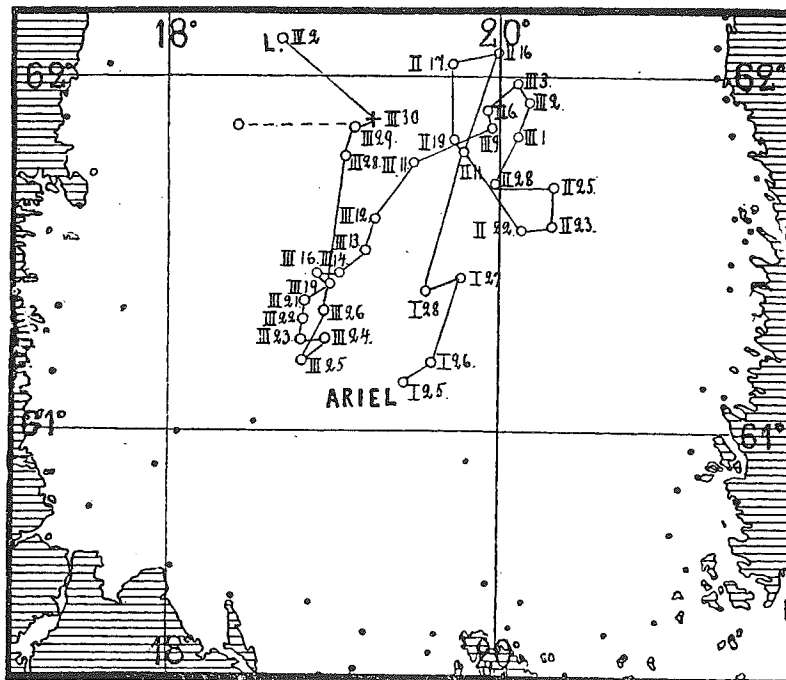
Lentotiedustelut aloitetaan

Lentotiedustelua oli harjoitettu jo ensimmäisen maailmansodan aikana, mutta toiminta oli ollut jäähänjuuttuneiden alusten paikannusta. Esimerkiksi jo kuukauden kateissa olleiden *Arielin* ja *Lapponian* löytämiseksi ja samalla jäätilanteen selvittämiseksi tehtiin Mäntyluodosta käsin Selkämerelle tiedustelulento helmikuun 28. päivänä 1916. Lentotiedustelu kuitenkin sillä kertaa epäonnistui. Silminnäkijöiden kertoman mukaan koneen tasot olivat verhotut valkoisella kankaalla, jonka kestävyyttä he maallikkoina pitivät kyseenalaisina. (Palosuo 1952, 1953, 22-23). Mainittakoon tässä että *Ariel* upposi jäiden puristuksen seurauksena huhtikuun alussa ja *Lapponia* saatiin pois jäistä vasta toukokuussa (Granqvist 1926b, 6. Hällström 1922, 19-22).

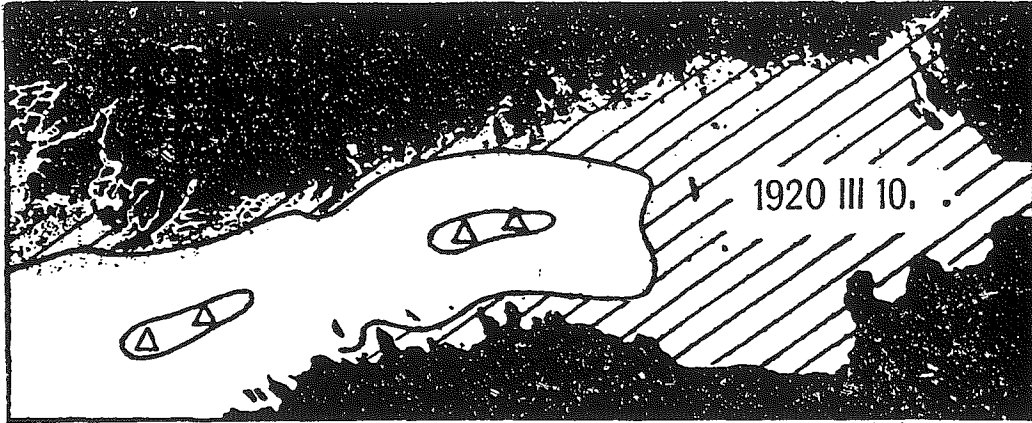
Jo aivan ensimmäisen maailmansodan jälkeen tehtiin lentotiedusteluja pelkästään jäähavainnointia varten. Ensimmäinen pelkästään jäähavainnointia varten tehty lentotiedustelu tehtiin Suomessa maaliskuun 10. päivänä 1920. Lento suoritettiin Suomenlahdella. Lennolle pääsi havaitsijaksi talassologi Granqvist (Jurva 1925, Palosuo 1952). Lentotiedustelut 1920-luvulla olivat harvinaisia ja niitä tehtiin lähes ainoastaan ankarina talvina jäihin juuttuneiden alusten paikannukseksi ja elintarvikkeiden toimittamiseksi niille.



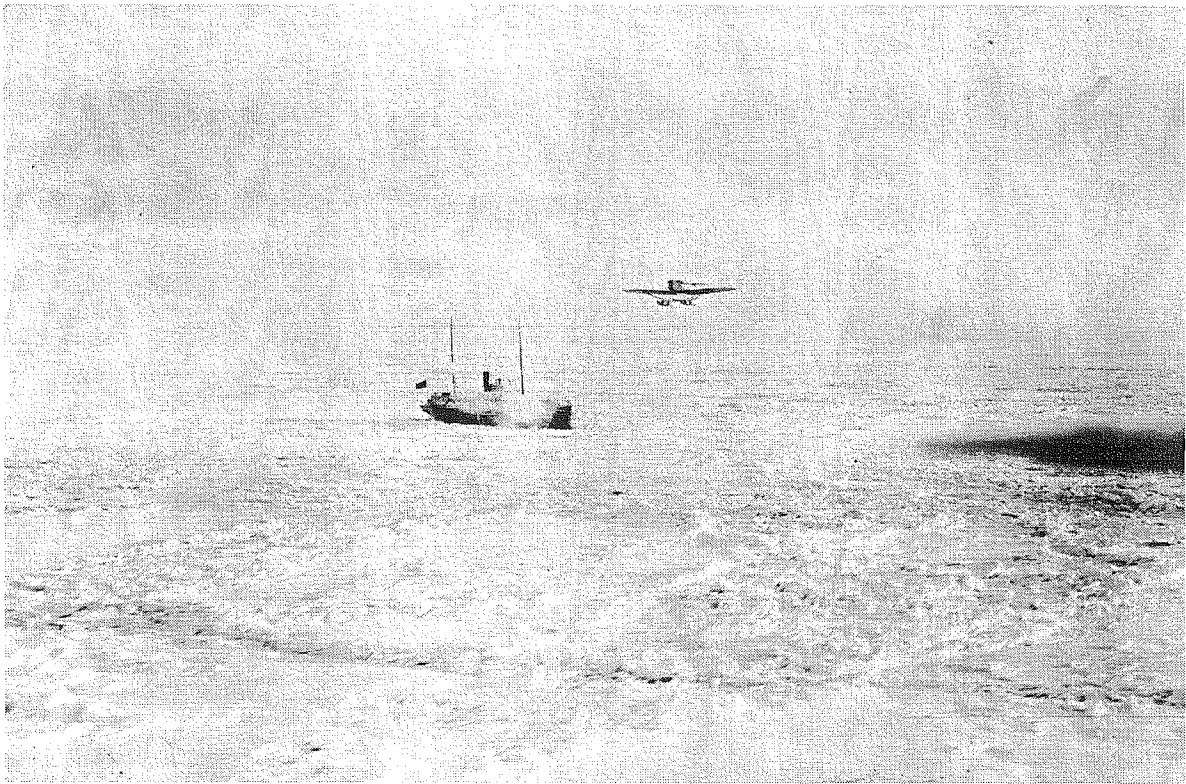
Kuva 24. "Jää tiedotus on laadittu ja se radioidaan välittömästi merelle".
Kuvitusta Ramsayn (1947) teoksesta.



Kuva 25. *Arielin* jäissä ajelehtiminen tammi-huhtikuussa 1916. Alus upposi ristillä merkityssä paikassa.



Kuva 26. Suomen ensimmäisen lentojää tiedustelun tulos: "Jääsuhteet Suomenlahdella maalisk. 10 p:nä 1920 lentokoneesta n. 2000 m:n korkeudelta." Lähde: Jurva 1925, kuva 2.



Kuva 27. Jää tiedustelulento 16.1.1926. Hansa Bremer pommituskoneet tarkastelevat itäisen Suomenlahden jäihin juuttunutta *Pravdaa*. © Suomen ilmailumuseo.

Ankarana talvena 1929 tiedustelulennot saivat säännöllisemmän luonteen kun Saksassa alettiin tehdä lentoja keskiselle Itämerelle. Poikkeuksellisen vaikeiden jääolojen vuoksi jään ulkoreuna oli siirtynyt kauas maahavaintoasemien näköpiirin ulkopuolelle, ja jäähän juuttuneilla aluksilla ei siihen aikaan ollut läheskään kaikilla radiota ilmoittaakseen hädästään. Tietoja saatiinkin lähes yksinomaan lentotiedusteluilla. Tiedustelulentoja suoritettiin kaikkiaan noin parikymmentä ja osalla lentoja otettiin myös valokuvia jäistä. Jo talven 1929 aikana oli Saksassa kiinnitetty huomiota lentotiedustelun säännölliseen organisointiin. Meri oli jaettu alueisiin, joille kullekin suunniteltiin omat lentonsa. 1930-luvun leutoina talvina ei tiedustelua kuitenkaan tarvittu (Richter 1933. Palosuo 1952. 1953).

Vuonna 1934 Merentutkimuslaitos sai aikaan sopimuksen merivoimien ja rannikkopuolustuksen kanssa, jonka nojalla säännöllisiä lentotiedusteluhavaintoja toimitettiin jääosastolle "tiettyjä erikoisohjesääntöjä noudattaen". (Granqvist 1935, 11). Lentoja suoritettiin pääasiassa Suomenlahdella, jossa tiedustelun tulokset piirrettiin 1:400 000 kartoille ja lennosta kirjoitettiin raportti. Lentotiedusteluilla otettiin myös valokuvia jäistä jo 1920-luvulta lähtien. Valokuvien avulla pystyttiin jälkepäin analysoimaan jäätilanteita yksityiskohtaisesti. Merentutkimuslaitoksen arkistossa on säilynyt tällaisia valokuvia 1930-luvun puolivälistä lähtien. Myös muissa maissa tehtiin joitakin lentotiedusteluja, mutta 1930-luvun leudot talvet eivät edesauttaneet niiden toteuttamista (Palosuo 1952. 1953).

Merentutkimuslaitos lakkautetaan?

Vuonna 1935 Merentutkimuslaitoksesta annettiin uusi asetus, jossa jääosaston tehtävistä meritieteelliset tutkimukset siirrettiin kemian osastolle. Vuoden 1918 asetuksessa oli rahanpuutteen vuoksi jää- ja yleinen meritiede yhdistetty samaksi osastoksi. Käytännössä jäätyön laajennettua oli yleinen meritiede kärsinyt tilanteesta suuresti: "Vuodesta 1918 on jäätyö kuitenkin kasvanut tavattomasti aikaa vaativan jäätiedotustoiminnan vuoksi, joka yhä tärkeämmäksi tulleen talvilaivaliikenteen takia on uskottu laitoksen huoleksi; tämän johdosta osaston muu toiminta on saanut siirtyä syrjään ja rajoittua yksinomaan havaintoaineiston kokoamiseen" (Granqvist 1936, 1-4).

Vaikka Merentutkimuslaitoksen toiminta oli kahden ensimmäisen vuosikymmenen aikana edistynyt monipuolisesti ja vähintäänkin tyydyttävästi, laitoksen olemassaolo asetettiin kyseenalaiseksi vuoden 1937 lopulla. Valtioneuvosto asetti marraskuussa komitean harkitsemaan Merentutkimuslaitoksen mahdollista lakkauttamista tai ainakin suunnittelemaan sen uudelleen järjestelyä ja samalla laitoksen tehtävien siirtämistä muille laitoksille. Komitean kolmeksi jäseneksi kutsuttiin edustajat Ilmatieteellisestä keskuslaitoksesta, Merentutkimuslaitoksesta ja merenkulkuhallituksesta. Seuraavan vuoden alussa komitea antoi mietintönsä, jossa kaksi sen jäsentä (Ilmatieteellisen keskuslaitoksen ja merenkulkuhallituksen edustajat) kannattivat laitoksen lakkauttamista ja tehtävien jakamista merenkulkuhallituksen ja Ilmatieteellisen keskuslaitoksen kesken. Merentutkimuslaitoksen edustaja ehdotti laitoksen jatkavan siihenastisin järjestelyin.

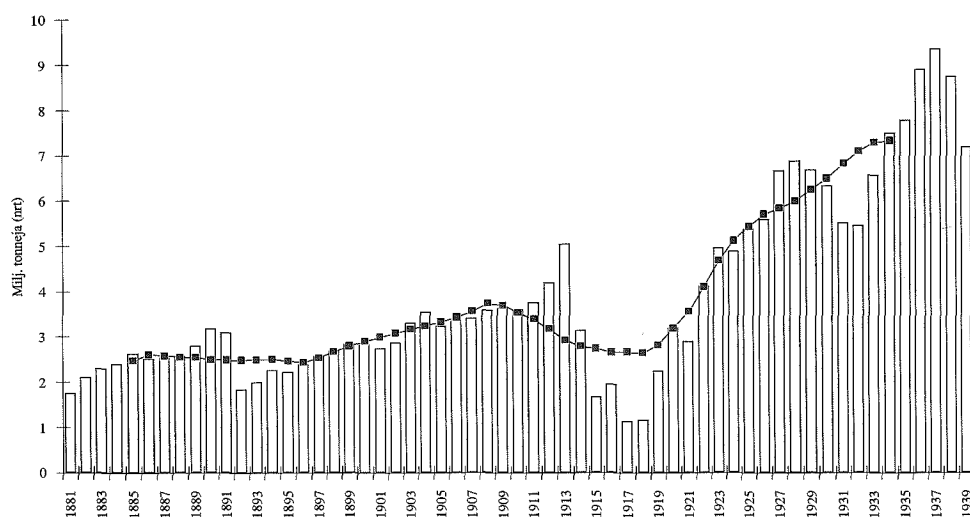
Kauppa- ja teollisuusministeriö lähetti mietinnön lausuntokierrokselle, jolloin mietintöä vastustivat merentutkimustoimikunta, useat valtion viranomaiset, tärkeimpien rannikkokaupunkien satamalaitokset ja yksityiset asiantuntijat. Useat elinkeinoelämän edustajat perustelivat laitoksen säilyttämistä jääpalvelun tarpeellisuudella. Merentutkimuslaitoksen lakkautusuhka raukesi vasta vuonna 1939, jolloin kauppa- ja teollisuusministeriö antoi luvan täyttää avoimina olleet laitoksen johtajan ja muut virat. Witting oli useaan otteeseen virkavapaalla laitoksen johtajan virasta toimien talouselämän ja politiikan aloilla. Tällöin hänelle usein vain iltaisin jäi aikaa tieteelliseen työskentelyyn. Vuonna 1935 tultuaan jälleen nimitetyksi valtioneuvoston jäseneksi, Witting päätti erota Merentutkimuslaitoksen johtajan virasta. Johtajan virkaa hoiti virkaa tekevänä Granqvist, joka

oli hoitanut samaa virkaa aikaisemminkin Wittingin ollessa valtioneuvoston jäsenenä. (Lisitzin 1978, 23-24). Vastaavasti Granqvistin virkaa hoiti Jurva.

Talviliikenne lisääntyy

Höyrykäyttöisiä jäänmurtajia oli *Murtajan* ja *Sammon* jälkeen otettu käyttöön *Apu* (1899, aluksi *Avance*-nimellä vuoteen 1922 saakka), *Tarmo* (1907), *Voima* (1924) ja *Jääkarhu* (1926). Suomen ulkomaan kauppa vilkastui ensimmäisen maailmansodan jälkeen: 1920- ja 1930-luvut olivat 1930-luvun lamavuosia lukuunottamatta ripeäkasvuista aikaa (vrt. kuva 28). Talviliikenteen pääpaino kohdistui paperiteollisuustuotteisiin, vaneriin ja voihin. Paperi ja vaneriryhmän osuus keskitalven vientimäärästä oli noin 80% (Pohjanpalo 1949, 137).

Talviliikenteen suurimmat vaikeudet johtuivat siitä, että volyymiltaan huomattavimman artikkelin, paperiteollisuuden valmistajat olivat Suomen pohjois- ja itäosissa, eli juuri alueilla, joiden lähimmät vientisatamat jäätyivät ensimmäisinä ja avautuvat viimeisinä. Paperi- ja vaneriteollisuustuotteiden vienti lisääntyi 1930-luvulla noin kolminkertaiseksi, joka asetti rautatiekuljetukset äärirajoilleen. Talvisatamista Hanko ja Helsinki saivat kantaa suurimman osan Itä-Suomen viennistä, eikä niiden kapasiteettia oltu mitoitettu tähän. Murtajalaivasto oli kasvaneeseen tarpeeseen liian pieni ja toisaalta höyrymurtajien hiilenkulutus rajoitti niiden toiminta-aluetta melkoisesti. Vasta diesel-sähkö-jäänmurtaja *Sisun* valmistuttua vuonna 1939 (toisena maailmassa; ensimmäinen oli ruotsalainen *Ymer*, v.1933), talviliikennettä voitiin laajentaa useampiin satamiin. Tosin jo 1920- ja 1930-luvulla leutoina talvina joitakin Selkämeren ja keskisen Suomenlahden satamia pyrittiin pitämään auki, mutta keskimääräisinä ja ankarina talvina vain perinteiset talvisatamat Hanko ja Turku pystyttiin pitämään auki koko talven. Talviliikenteemme vilkkaudesta 1930-luvun puolivälissä antaa havainnollisen kuvan se, että joulukuusta huhtikuuhun maamme satamissa vuosittain selvitettiin noin 1500 alusten lähtövuoroa eli keskimäärin kymmenen lähtevää alusta vuorokaudessa. Neljässä vuosikymmenessä oli tapahtunut valtava muutos, sillä vuosisadan vaihteessa kyettiin vaivoin ylläpitämään joitakin kulkuvuoroja viikossa.



Kuva 28. Suomeen saapunut ja lähtenyt tonnisto 1881-1939. Saapuneet ja lähteneet laivat yhteensä, nettorekisteritonneina sekä 10-vuoden liukuva keskiarvo. Lähde: Pohjanpalo 1949, 261-263, taulukko 6.

Tieteellinen työ ja yhteenveto talvilta 1919-1939

Merentutkimuslaitoksen vuosikertomuksissa valitettiin usein jääosaston tavatonta kiirettä. Päivittäiset puhelut eri jäähavaintoasemille veivät jo puhelujen tilaamisen vuoksi tunteja. Alunperin jääosastolla työskentelivät talassologi ja assistentti, mutta jo 1920-luvun alussa toinenkin assistentti piti siirtää jäätyön pariin (vuonna 1922 fil.maist., vapaaherra Erik Palmén ja vuodesta 1938 sittemmin talvisodassa kaatunut fil.maist. Ahti Aalto). Pääosan jäätyöstä tekivät kuitenkin Granqvist ja Jurva. Samoin 1920-luvulla palkattiin piirustusapulaisia jääkarttojen puhtaaksipiirtoa varten. Heistä ylivoimaisesti pisimpään toimi neiti Toini Ronimus vuodesta 1926 aina eläkkeelle siirtymiseensä saakka vuoteen 1969. Laitoksen johtajan lukuisat virkavapaudet ja niistä aiheutuvat viransijaisuudet, erityisesti Granqvistin ja Jurvan osalta, vaikeuttivat jäätyön kehitystä erityisesti 1930-luvun lopulla.

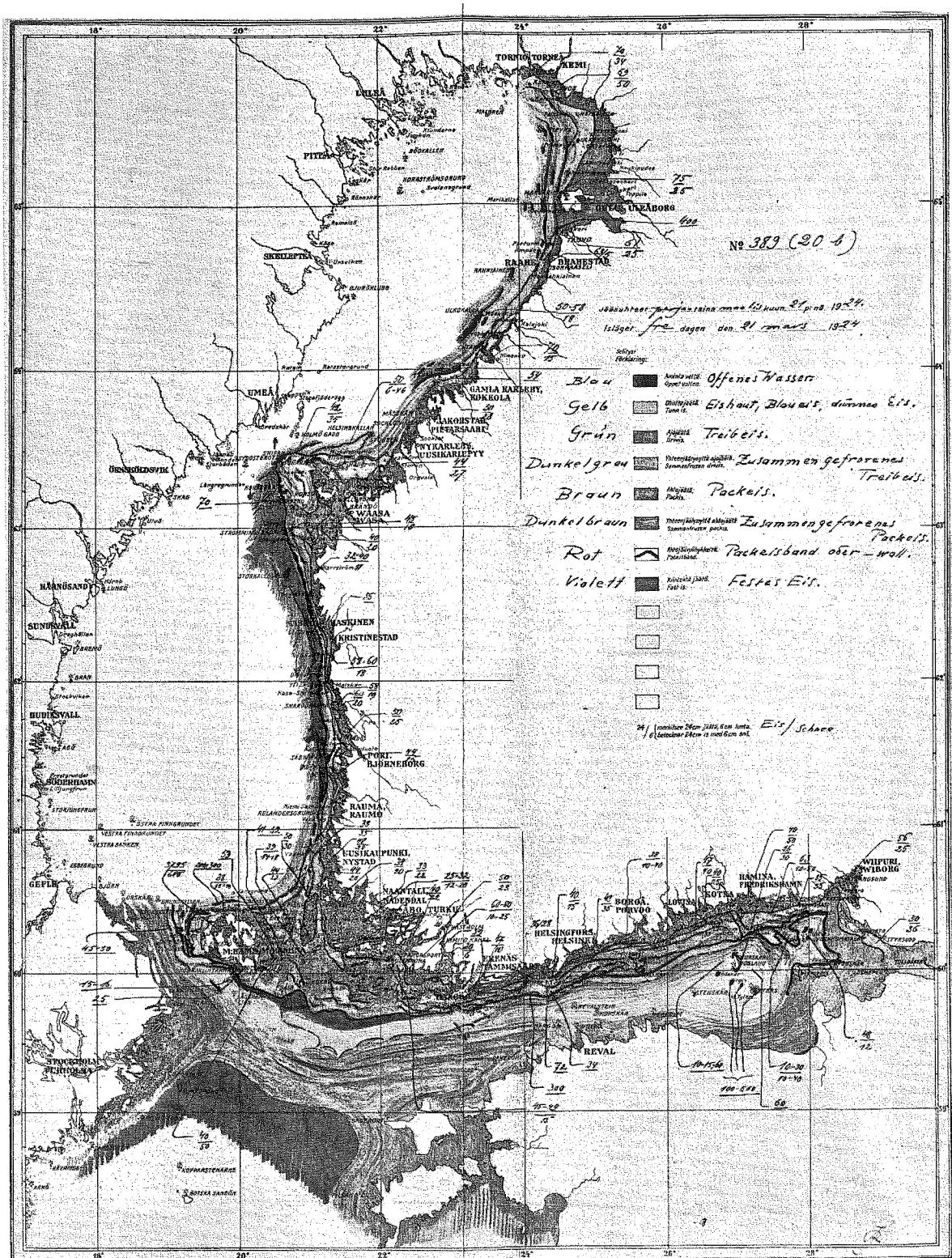
Havaintoasemien määrä oli vuonna 1919 83 kappaletta. Määrä kasvoi 1920-luvun alkuun mennessä yli sataan. Laajimmillaan asemia oli 1920-luvun lopulla 108 kappaletta. Asemien lisäksi oli lukuisa joukko puhelintiedotusasemia, jotka päivittäin tiedottivat jäätilanteesta puhelimitse tai sähkötyksellä. Asemista huolehtiminen vei oman aikansa työvuodesta.

Laitoksella on anekdoottina kerrottu Jurvan tavasta optimoida jäähavainnointi. Jurva oli 1930-luvulla naimaton ja hän asui Katajanokalla ilman taloudenhoitajaa. Aamiaisen Jurva nautti Kauppatorin laidalla sijainneessa kahvilassa noin kello 10. Tähän aikaan virkamiesten työaika oli tavallisesti klo 10-14, joten Jurva myöhästyi töistään. Jo aikaisemmin oli joku assistenteista tai apulaisista mennyt laitokselle ja tilannut jäähavaintoasemille puhelut. Jurva halusi ehdottomasti itse puhua kaikkien havaintosijoiden kanssa. Puhelujen saapuessa ne usein yhdistettiin suoraan kahvilaan, jossa Jurva otti aamiaisen lomassa jäähavainnot vastaan.

Kirjallinen toiminta 1919-39 oli jääosastolla vilkasta: silloin julkaistiin jäätalvikatsaukset talvesta 1913/14 alkaen. Työ oli aikaavievää ja tarkkuutta vaativaa, olivathan havainnot saatava julkaisukuntoon osittain epäselvistä muistiinpanoista. Osasta talvia julkaistiin laajat kuvailevat havaintojulkaisut, suurimmasta osasta kuitenkin suppeammat "yleiskatsaukset". Jäätalven päätteeksi piirrettiin talven jääkartat puhtaaksi ja niihin lisättiin puuttuvat tiedot.

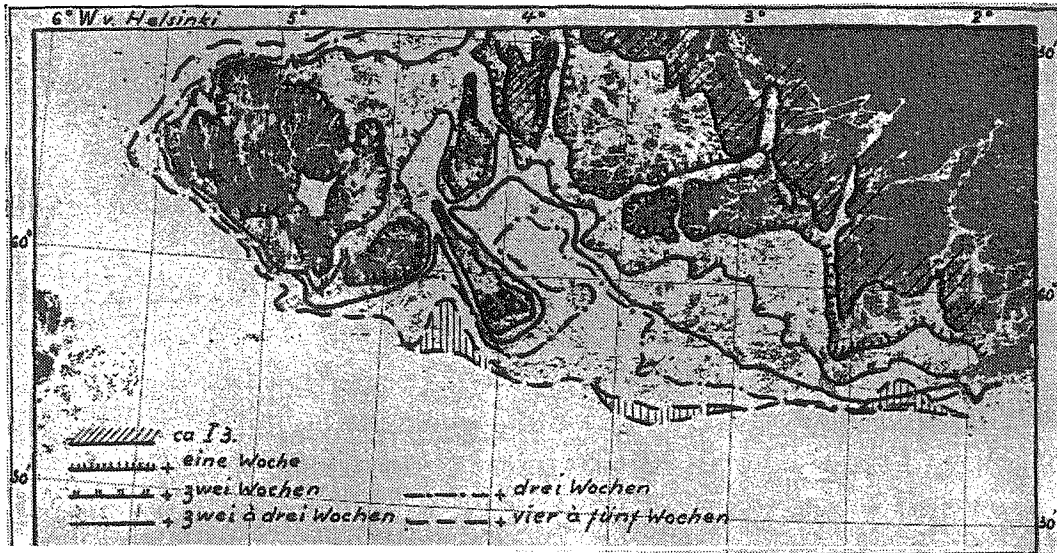
Vuoteen 1935 asti yleisen meritieteen osasto ja jääosasto olivat yhdessä. Tämä tarkoitti sitä, että jääosaston työntekijöiden oli avovesiaikana tutkittava muutakin kuin jäätä. Jo laajan havaintoverkon ylläpito vaati aikaa, suorittivathan asemat havaintojen tekoa jopa kolmesti päivässä ja ainakin syvyyshavaintoja kolmesti kuukaudessa. Havainnot oli tietenkin muokattava ja julkaistava. Lisäksi tulivat kesäiset merentutkimusretket s/s *Nautiluksella*. Yleensä havaintoaineiston muokkaus oli talassologi Granqvistin harteilla, joka huolehti rutiinijulkaisuista. 1930-luvulla Granqvist "muokkasi" laajan meritieteellisen havaintoaineiston ja yhdisteli tulokset monta taulukkoa ja kuvaa sisältävään julkaisuun, joka esitettiin väitöskirjana Helsingin yliopistossa vuonna 1938. Teoksen nimi kuului "Zur Kenntnis der Temperatur und des Salzgehaltes des Baltischen Meeres an den Küsten Finnlands" (Lisitzin 1978, 14).

Vuonna 1937 jääosastolla valmistui Jurvan väitöskirja meriemme jääpeitteen kehityksestä talven aikana. Julkaisu kuvaa hyvin niitä vaikeuksia, joita 1930-luvun tekniikalla jouduttiin kohtaamaan. Koska ulkomeren jäätiedot suurimmaksi osaksi puuttuivat, Jurva joutui käyttämään aineistonaan jäähavaintoasemien tietoja. Asemien jäätymspäivien mukaan Jurva rekonstruoi ulkomeren jäätyminen. Jäätyminen etenee rannikolta merelle päin. Kun jäätyminen on saavuttanut määrätyn vaiheen, jää siirtyy seuraavaan vaiheeseen. Täten esimerkiksi ensi vaiheessa ranta jäätyy, toisessa vaiheessa jää ulottuu lähisaariin, kolmannessa ulkosaariin ja seuraavaksi esim. Merenkurkku jäätyy jääkanteen; vasta viimeiseksi jäätyy ulkomeri. Saadakseen ulkomeren jäätyminen selville Jurva joutui käyttämään



Kuva 29. Jääkartta 21.03.1924. Kartassa näkyy Pohjanlahden jäätietojen riittämättömyys.

indikaattoreina valittujen saariston suojassa olevien saaren jäätymistä ja jäänlähtöä. Tämä johti monimutkaisiin korrelaatioiden laskentaan eikä korrelaatio aina ollut paras mahdollinen. Toisaalta ulkomeren referenssit useinkin puuttuivat. (Jurvan kartografisesta menetelmästä kts. esim. Jurva 1937. Seinä & Palosuo 1993. 1996).



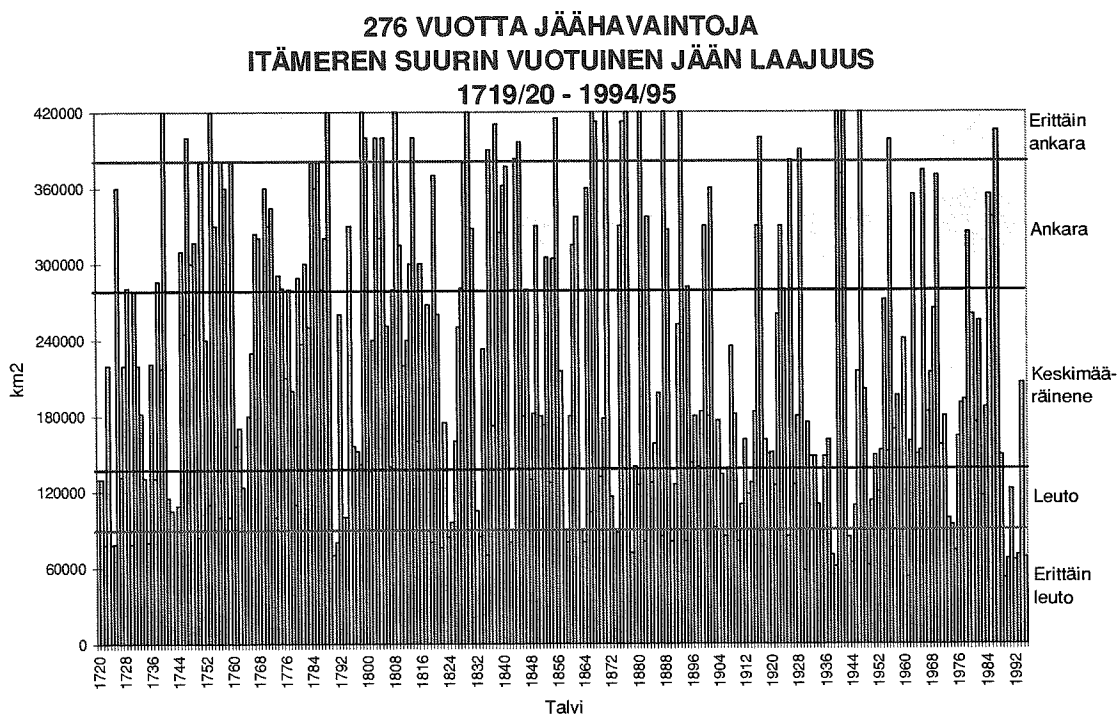
Kuva 30. Saaristomeren jäätymiskehitys Jurvan (1937) mukaan. Sisäsaaristo jäätymisestä kestää 4-5 viikkoa ulkosaariston jäätymiseen. Materiaalina Jurva on käyttänyt talvia 1913-22.

Jurvalla riitti aikaa eri harrastuksiin ja niinpä hän keräsi vapaa-aikanaan lähes kaiken saatavissa olevan arkistotiedon Itämeren jäistä. Jo 1930-luvulla Jurva valmisteli aikasarjaa Itämeren merijään suurimmasta vuotuisesta ulottuvuudesta, mutta se valmistui vasta 1940-luvulla. Jurva oli suunnitellut väitöskirjansa (1937) olevan ensimmäisen osan suunnitellusta suuresta Itämeren jäitä koskevasta tutkimuksesta (Lisitzin 1978, 36). Pelätessään lentopommitusten vahingoittavan Merentutkimuslaitosta, sijaitsihan laitos aivan Eteläsataman tuntumassa, siirsi Jurva paljon materiaalia Katajanokalla sijainneeseen kotiinsa. Voidaan sanoa, että kaikki Jurvan vuosien varrella keräämä historiallinen jäämateriaali ja esim. kaikki hänen julkaisujensa eripainokset ja kopiot oli siirretty Katajanokalle. Helmikuussa 1944 Jurvan kotitaloon osui pommi, jonka seurauksena talo paloi ja sen mukana koko Jurvan arkisto ja laaja kirjasto. Tapahtuman takia ei Jurvan kaikista julkaisuista ole olemassa edes täydellistä luetteloa, varsinkin kun Jurva kirjoitti ahkerasti erilaisiin lehtiin saadakseen niiden palkkioista lisääpua kapeaan virkamiehen palkkaansa.

Mitään varsinaisia jäihin liittyviä kenttäkokeita ei ajanjakson aikana suoritettu. Ainoastaan joitakin kertoja jäitä havainnointiin jäänmurtajista käsin.

Vuonna 1938 järjestettiin Merentutkimuslaitoksen toimesta ensimmäinen 'Baltian jääviikko'. Tällöin kaikissa Itämeren valtioissa kerättiin yhtäaikaan yhteismitallista jäätietoa. Vaikka talvi oli leuto, saatiin kokemusta kansainvälisestä toiminnasta. Toimintaa jatkettiin talvella 1939 järjestämällä 'Baltian jääviikot'. (Granqvist 1938a. 1938b).

Kaiken kaikkiaan jääosaston toiminnassa ennen talvisotaa voidaan nähdä ensin Venäjän vallan aikaisen havaintoverkoston kunnostus kansalaissodan jäljiltä, sitten kansainvälinen avautuminen ja uusien teknisten välineiden käyttöönotto. Talvimerenkulku kasvoi ajanjaksolla huomattavasti, joka puolestaan heijastui myös merenkulkupiirien toiveina jäätiedotuspalvelun kehittämisessä.



Kuva 31. Itämeren (linjalle Grimstad-Skagen) suurin vuotuinen jääpeitteen laajuus 1719/20-1994/95. Materiaali on Jurvan keräämää ja muokkaamaa vuosille 1720-40 ja siitä eteenpäin työn on tehnyt jääpalvelu.

6. TALVISODASTA SATELLIITTIKAUTEEN - TALVET 1940-1968

Sotatalvet 1939/40-1943/44

Maailmansodan syttyminen tuli vaikuttamaan usean vuoden ajan haitallisesti Merentutkimuslaitoksen toimintaan. Talvisodan ajan laitos oli evakoituna Turkuun: "Emedan verksamhet i Åbo dock starkt stördes av flygbombardemang, ansåg det ändamålsenligt att så vitt möjligt förlägga en del av personalens verksamhet till tryggare orter" (Merentutkimuslaitoksen vuosikertomus 1940). Turussa Merentutkimuslaitoksen päätehtäväksi tuli sotilasviranomaisten informointi jäätilanteesta. Seikkaperäisiä selostuksia ja jäätiedotuksia pystyttiin antamaan, kun melkein kaikki rannikon jäähavaintajat pysyivät paikoillaan lukuunottamatta itäistä Suomenlahtea ja Laatokkaa. Ruotsin kanssa vaihdettiin numerosanomaa sääkaukokirjoittimen avulla, jonka Ilmatieteellinen keskuslaitos oli saanut käyttöönsä. Jäätalvi 1939/40 oli pitkistä aikaa erittäin ankara, jolloin Itämeri jäätui kokonaan, ja jään paksuus kasvoi huomattavasti yli tavallisten arvojen. Meriliikennettä pystyttiin pitämään yllä vain Porista, Raumalta ja Turusta. Laivat kerättiin saattueiksi Airistolle, josta ne vihollisen ilmahyökkäysten pelossa kierrätettiin jäänmurtaajien avustuksella Ahvenanmaan pohjoispuolitse Tukholman saaristoon.

Talvisodan päättyttyä Merentutkimuslaitos muutti Turusta takaisin Helsinkiin Tähtitorninkadulle, ja seuraavana talvena 1940/41 jäätiedotustyö jatkui entiseen tapansa. Tämäkin talvi muodostui ankaraksi. Jäätietoja ei nytkään saatu Baltian maista, Virosta, Latviasta ja Liettuaista samoin kuin Puolasta, jotka olivat vihollisten miehittämiä.

Jatkosodan ajan eli vuodesta 1941 vuoteen 1944 Merentutkimuslaitos oli alistettuna Merivoimien esikunnalle ja antoi jäätiedot suoraan sinne. Jo talvella 1941/42 sotilasviranomaisten myötävaikutuksella järjestettiin laaja jäähavaintoverkosto Suomenlahden itäosaan, Laatokalle ja Äänisjärvelle. Merivoimat hankki tietoja myös omilta asemiltaan niin, että jokaisen linnakkeen edustalla suoritettiin jäänpaksuusmittauksia. Edelleen lukuisat lentotiedustelut toivat tietoa ulkomeren tilanteista. Tiedustelulentoihin liittyy eräs episodi, jolla tuli olemaan merkitystä jääosaston myöhempiin vaiheisiin: helmikuun 2. päivänä 1942 ilmoitettiin Helsingin Malmin lentokentälle sijoitetulle Lentolaivue 6:n 2. lentueelle, että on suoritettava jäätiedustelu Utön edustalle. *Jääkarhu* ja *Sisu* olivat työskennelleet siellä melkein kaksi vuorokautta pääsemättä mainittavasti eteenpäin vaikeissa jäissä. Lentueen varapäälikkö luutnantti Erkki Palosuo lähetti kaksimoottorisen SB-pommikoneen jäätiedustelulennolle tehtävänään etsiä myös avoveden reuna. Neljän tunnin lennon jälkeen lentokone palasi ja raportti kuului: "Ei erikoista ilmoitettavaa, jäätä kaikkialla (ohi Gotlannin)". Selitys ei miellyttänyt, ja helmikuun 5. päivänä luutnantti Palosuo lähti itse ohjaajana ja luutnantti Niilo Halla tähtystäjänä uudelle lennolle palaten kuuden tunnin jälkeen mukanaan seikkaperäinen kartta ja useita ilmavalokuvia. Ihmettelyyn valokuvissa näkyvistä jään eri laaduista joku sanoi: "Merentutkimuslaitoksella on ystävällinen tri Risto Jurva. Kääntykää hänen puoleensa". Kun luutnantti Palosuo ilmestyi samana iltana Tähtitorninkatu 2:een ja levitti tiedustelutuloksensa pöydälle kuului Jurvan hämmästynyt huudahdus: "Itämeri on siis kokonaan jäässä, mikä tapahtuu vain 1-2 kertaa vuosisadassa. Nyt meillä on yksityiskohtainen materiaali ulkomeren alueelta. Käykäämme sitä tutkimaan".



Kuva 32. Jatkosodan aikaiselta jäätiedustelulennolta: saksalainen joukkojenkuljetusalus *Helgoland* karilla Bogskärin edustalla. Taustalla näkyy railo.

Jäätietojen vaihtoa ulkomaiden kanssa tapahtui vain Ruotsin ja Saksan kanssa kaukokirjoitin-yhteyttä käyttäen.

Sotatalveen 1941/42 liittyi toinenkin episodi, joka kuvaa asiaa tuntemattomien käsitystä merijäästä: Tallinnaan oli tuotu sodan jaloista suuri joukko inkeriläisiä, jotka haluttiin siirtää turvallisempaan Suomeen. Saksan sodanjohto tiedusteli Jurvalta erittäin salaisesti mahdollisuudesta rakentaa kenttärata Suomenlahden jäiden yli Tallinnasta Helsinkiin. Talvi oli ankara ja Porkkalasta itään ulapan jää olikin lentotiedustelun mukaan yhtenäistä. Itse asiassa talvi 1941/42 oli viimeisin talvi, jolloin varmasti tiedetään Itämeren olleen kokonaan jään peittämän. Jurva vastasi kirjallisesti, ettei jää ollut tarpeeksi liikkumatonta rautatielle (Jurva on kertonut Simojolle, joka on kertonut Palosuolle. Kirjallisia todisteita asiasta ei ole säilynyt - ilmeisesti ne paloivat Jurvan asunnon tuhoutuessa vuonna 1944. Myös Lisitzin 1978, 26 mainitsee asiasta).

Talvet 1942/43 ja 1943/44 olivat leutoja eikä jäätietojen tarve ollut niin suuri kuin edellisinä ankarina kolmena talvena. Jää tiedotustyökin vapautui hieman, niin että esim. jääkarttoja piirrettiin kaksi kertaa viikossa ja levitettiin käsin monistettuina 18 kappaleena kerrallaan, lähinnä sotilasviranomaisille. Mainittakoon, että näinä talvina suomalaiset jäänmurtajat kävivät Saksan rannikolla saakka avustamassa viljalaivoja Suomeen. Helmikuussa 1944 tapahtuneiden Helsingin pommitusten yhteydessä laitoksen huoneistossa syntyi vähäisiä vaurioita pommin pudotessa rakennuksen juurelle (Lisitzin 1979, 27). Osa laitoksen arkistoa, kalustoa sekä tieteellistä kalustoa lähetettiin maaseudulle varastoihin, mm. Porkkalaan. Alueluovutusten yhteydessä jäi mm. radioaseman jäätiedotusten numerosanomien kokoelmat palauttamatta Porkkalasta.

Työskentelyä rauhantulon elvyttämän meriliikenteen kanssa

Talven 1944/45 alettua Merentutkimuslaitos alkoi jälleen välittää jäätiedotuksia ja monistettuja jääselostuksia sekä koti- että ulkomaille. Valvontakomissiolle jäljennettiin kaikki kuuden viime vuoden jäätiedotukset ja -kartat. Työskentelymahdollisuudet paranivat, kun uusi radioasema oli valmistunut. Asema tuli hoitamaan sekä laitoksen että merenkulkuhallituksen sähkösanomaliikenteen jäänmurtajien kanssa. Sanomat sisälsivät nyt jäätilanteen lisäksi myös avustettujen laivojen nimet että vallitsevan sään. Jääosaston henkilöstö lisääntyi, kun vt. apulaisassistentiksi tuli fil.tri Heikki Simojoki.

Seuraavina talvina lisääntyneen puutavaraviennin ja sotakorvausteollisuuden synnyttämän vilkkaan merenkulun seurauksena merenkulkuviranomaiset pyrkivät laajentamaan talvista liikennettä ja pitämään pohjoisiakin satamia pidempään avoinna. Tämä laajensi myös jääosaston toimintaa päivittäisten tiedotusten käsittäessä nyt koko Suomen rannikon aina Kemistä Haminaan saakka. Suuret hiilikäyttöiset jäänmurtajat, *Jääkarhu* ja *Voima* jouduttiin luovuttamaan Neuvostoliitolle. Jäljellejääneillä viidellä heikolla hiilikäyttöisellä jäänmurtajalla oli vaikeuksia pitempiaikaiseen yhtäjaksoiseen toimintaan, vain kuudes diesel-sähkö- käyttöinen jäänmurtaja *Sisu* omasi pitkän toiminta-ajan. Talvi 1946/47 oli lisäksi erikoisen ankara. Itämeri ilmeisesti peittyi kauttaaltaan jäähän. Tämä ei kuitenkaan ole varmaa, ja Simojoki (1952, 18) toteaaikin "Ende Februar dürfte die Ostsee zum grössten Teil mit dünnem Eis bedeckt sein". Jäätilanteen kehitys oli sikäli erikoinen, että kevätpakkaset alkoivat verrattain myöhään, maaliskuun alkupäivinä ja kestivät ankarina lähes koko kuukauden. Itämeri peittyi tällöin kokonaan jäähän. Samalla navakat kaakonpuoleiset tuulet ahtoivat vielä suhteellisen ohuen jään Juutinrauman suulle aina pohjaa myöten, eli ainakin 12 metrin syvyisiksi röykkiöiksi. Meriliikenne pysähtyi kuudeksi viikoksi, maaliskuun alusta aina huhtikuun puoliväliin saakka.

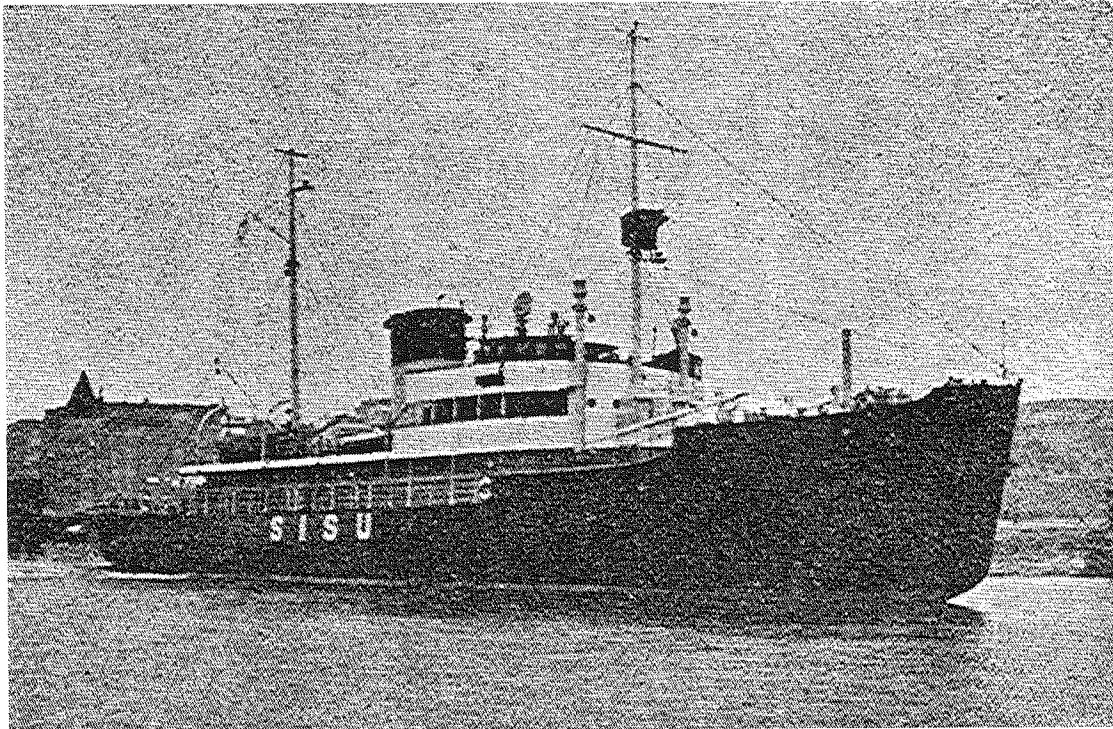


Kuva 33. Prof. Risto Jurva 1940-luvun lopulla.

Talvi 1947/48 toi muutoksen jääosaston henkilöstöön siten, että prof. Risto Jurva siirtyi Merentutkimuslaitoksen johtajaksi, fil.tri Heikki Simojoki jääosaston johtajaksi ja fil.kand., kapteeni Erkki Palosuo jääosaston vt. assistentiksi talvisodassa kaatuneen fil.kand. Ahti Gunnar Aallon täyttämättä olleelle vakanssille. Lentotiedustelut vakiintuivat, kun Ilmavoimien koneet suorittivat jäätiedusteluja Suomenlahdella ja Selkämerellä. Perämereltä alettiin saada tietoja Kemistä Vaasaan lentäviltä reittikoneilta. Jäätietoja tarvittiin erityisesti Suomenlahdella, jossa Porkkalan ollessa venäläisten hallussa, laivojen oli kierrettävä Porkkalan niemi ja saavuttava Helsingin reidille Kytön tai Harmajan kautta. Jäävaikeuksien takia oli Helsinki talvella 1947/48 meriliikenteeltä suljettuna kahdeksan viikkoa.

Seuraavina talvina 1948/49-1951/52 Merentutkimuslaitoksen työskentely jatkui entiseen tapaan. Tällöin pyrittiin tehostamaan jäätietojen levittämistä sekä merenkulkijoille että alaa lähellä oleville ryhmille. Kun aikaisempina vuosina jääkarttoihin oli piirretty yleensä vain Suomen rannikon jääolot meren puoliväliin saakka, laajennettiin talven 1947/48 vuosikertomuksissa jääkartat jo osittain Ruotsin puolelle. Sen jälkeen piirrettiin viikottaiset ilmoituskartat koko pohjoiselta merialueelta Gotlannin

korkeudelle saakka. Käsien monistettavien karttojen luku nousi aikaisemmasta 18 kappaleesta noin 30:een. Samalla haettiin sopivaa monistusmenetelmää. Käytössä oli usean talven ajan ns. spriimonistusmenetelmä, jolloin liitupaperille piirretystä kuvasta saatiin useita kopioita. Jaettujen jääkarttojen luku nousi 60:een. Suorasanaisia jäätiedotuksia monistettiin tavallisella vahamenetelmällä ja niitä jaettiin noin 100:lle vastaanottajalle.



Kuva 34. Jäänmurtaja *Sisu*.

Jurva Point 65°50'S, 65°49'W

The extremity of a small peninsula forming the SE end of Renaud Island, in the Biscoe Islands. First accurately shown on an Argentine government chart of 1957. Named by the UK-APC in 1959 for Risto Jurva, Finnish oceanographer and pioneer in sea ice studies.

Palosuo Islands 65°37'S, 66°05'W

Group of small islands and rocks lying 1.5 mi N of Maurstad Point, off the W side of Renaud Island in the Biscoe Islands. First accurately shown on an Argentine government chart of 1957. Named by the UK-APC in 1959 for Erkki Palosuo, Finnish oceanographer who has specialized in sea ice studies.

Kuva 35. Suomalaisten jäätutkijoiden mukaan nimetyt paikat sijaitsevat lähellä Etelämannerta.

Jäätiedotustyö saa uutta sisältöä

Talvella 1952/53 Suomi teki aloitteen jäätyössä tärkeän kansainvälisen jäänimistön parantamiseksi. Asia kehittyi edelleen siten, että WMO (World Meteorological Organisation) -järjestön jäänimistökomitean puheenjohtaja, valtionmeteorologi Helge Thomson, kutsui Ruotsin, Suomen ja Tanskan edustajat Kööpenhaminaan kesäkuun alussa järjestettyyn kokoukseen. Kokouksen päätehtävänä oli voittaa ne vaikeudet, jotka olivat syntyneet siitä, ettei WMO:n hyväksymä uusi

jäänimistö täysin soveltunut Itämeren jääolojen kuvaamiseen. Kokouksessa onnistuttiin nämä vaikeudet voittamaan.

Samassa yhteydessä tuli keskustelussa esille jo aikaisemminkin ajankohtainen kysymys ns. balttilaisen jääkoodin uudistamisesta. Keskustelujen tuloksena sekä Ruotsin että Tanskan taholta lausuttiin toivomus, että Merentutkimuslaitos asian eteenpäin viemiseksi hyvissä ajoin syksyllä kutsuisi Helsinkiin jääpalveluviranomaisten edustajia niistä maista, jotka tätä jääkoodia käyttäen antavat säännöllisiä jäätiedotuksia. Kauppa- ja teollisuusministeriön suostumuksella laitos lähetti heinäkuun alkupuolella kutsun kokoukseen Merentutkimuslaitoksella syyskuun 1. päivänä.

Kokouskutsua seuranneessa ehdotuksessa suomalaisten tekemä ehdotus oli edelleen kaksinumeroisena. Eri maiden edustajat toivat esille omat tarpeensa ja lopputuloksena oli huomioitu seuraavia näkökohtia:

- 1) jäänimistön pitää liittyä WMO:n uuteen nimistöön
- 2) jään merkitys purjelaivoilla harjoitettavaan merenkulkuun on jätettävä huomioimatta
- 3) koodia on laajennettava kolmannella jään kehitystä tarkoittavalla numerolla

Tämä ns. Itämeren koodi otettiin käytäntöön syksyllä 1954.

Talvi 1953/54 sisälsi useita muutoksia niin henkilöstössä kuin toiminnassa. Jääosaston johtaja fil.tri. Heikki Simojoki siirtyi meritieteellisen osaston johtajaksi ja myöhemmin Ilmatieteen laitokselle. Fil.tri Erkki Palosuo hoiti jääosaston johtajan tehtäviä virkaa tekevänä, kunnes hänen nimityksensä vuonna 1954 vakinaistettiin. Jääosaston assistentiksi kutsuttiin fil.maist. Sulo Uusitalo. Muutoksen alaiseksi joutui myös laitoksen radiosähköttäjän virka. Se oli taloudellisista syistä ehdotettu lakkautettavaksi, ja radioasema sen jälkeen korvattavaksi kaukokirjoittimella. Huhtikuusta alkaen tämä lakkautuspäätös tuli voimaan ja vuodesta 1931 yhtäjaksoisesti radiosähköttäjänä toiminut Erkki Koivisto asetettiin lakkautuspalkalle. Samalla laitokseen perustettiin vakinainen kaukokirjoittimen hoitajan virka, johon valittiin rva Pirkko Kontiainen. Lisäksi jääosastolla työskenteli virastovaratyöntekijöitä, joista merikapteeni Väinö Tuuli ja myöhemmin tullut Jaakko Hartikka olivat tunnollisesti ja ahkerasti työssä vuosikausia.

Jääosaston tiedotustoiminta muuttui talvesta 1953/54 alkaen oleellisesti, koska merenkulkuhallituksen merenkulkuosaston uusi johtaja, merenkulkuneuvos Allan Relander keskitti talvimeriliikenteen johtamisen omaan toimistoonsa. Aikaisemmin jäänmurtajat olivat saaneet merenkulkuosastoilta yleiset ohjeet määrättyjen satamien meriliikenteen avustamisesta. Silloin ei vielä rajoitettu kauppa-alusten liikkumista jäässä. Vasta kun tuli kysymys liikenteen päättämisestä tai uuden sataman avaamisesta, kääntyi asianomainen jäänmurtajan päällikkö merenkulkuhallituksen merenkulkuosaston johtajan puoleen. Merenkulkuneuvos Relander kehitti suomalaista jäämaksuluokkaa, jonka mukaan alukset jaettiin viiteen luokkaan niiden jäävahvistusten ja jäässäkulkukyvyn mukaan. Jäämaksuluokan mukaan aluksille myönnettiin tai evättiin jäänmurtaja-avustukset. Päätöksistä tiedotettiin liittämällä jäätiedotukseen suorasanaa meriliikenneosa, jossa liikennerajoitusten voimaantulo ja toisaalta rajoitusten helpottuminen tai päättyminen ilmoitettiin. Tämä merkitsi sitä, että Itämeren jääkoodin kolmas numero laivojen liikkumismahdollisuuksista jäässä ja jäänmurtaja-avustuksista menetti merkityksensä.

Taulukko 3. Vuoden 1954 jääkoodi.

Vuoden 1954 jääkoodi

1. numero =Jäälaatu

0	Avovettä
1	Uuttajäättä (jääkiteitä, lumi- tai jääsohjoa, lautasjäättä tai jääkalvoa)
2	Heikkoa kiintojäättä (5-10cm tai haurasta kevätjäättä)
3	Irrallista jäätä (enintään 5/8 alueesta on jään peitossa)
4	Yhteen puristunutta jääsohjoa (paksu jääsohjo- tai lautasjääahtautuma, joka ei ole purkautumistilassa)
5	Vahvaa kiintojäättä (paksumpaa kuin 15cm)
6	Tiheässä olevaa jäätä (enemmän kuin 5/8 alueesta jäälauttojen peitossa)
7	Yhtenäinen jääkenttä
8	Ahtojäättä tai vahvoja jääkenttiä
9	Rannikon suuntainen railo
x	Ei tiedotusta

2. numero = Jäätilanteen kehitys

0	Jäätilanne ennallaan
1	Jäätilanne on helpottunut
2	Jäätilanne on vaikeutunut
3	Jää on särkynyt
4	Jää on hajaantunut
5	Jäättä on muodostunut
6	Jää on jäähtynyt yhteen
7	Jäättä on ajautunut alueelle tai jää on ahtautunut
8	Varoitus ahtojäävälleista
9	Varoitus jään ahtautumisesta tai puristumisesta
x	Ei tiedotusta

3. numero =Jään vaikutus laivaliikenteeseen

0	Meriliikenne on esteetön
1	Meriliikenne esteetön teräsaluksille, vaikea puualuksille ilman jäävuorausta
2	Ilman jäänmurtajan apua merenkulku on vaikea heikkotehoisille konealuksille, vaarallinen heikkorakenteisille aluksille
3	Ilman jäänmurtaja apua meriliikenne mahdollista ainoastaan vahvarakenteisille ja voimakastehoisille konealuksille
4	Jäänmurtaja avustaa tarvittaessa meriliikennettä
5	Meriliikenne jatkuu uomassa ilman jäänmurtajan avustusta
6	Meriliikenne mahdollista ainoastaan jäänmurtajan avustuksella
7	Ainoastaan jäässä kulkua varten vahvistettuja laivoja avustetaan
8	Meriliikenne on tilapäisesti pysähdyksissä
9	Meriliikenne päättynyt
x	Ei tiedotusta

Lähde: SMHI 1959.



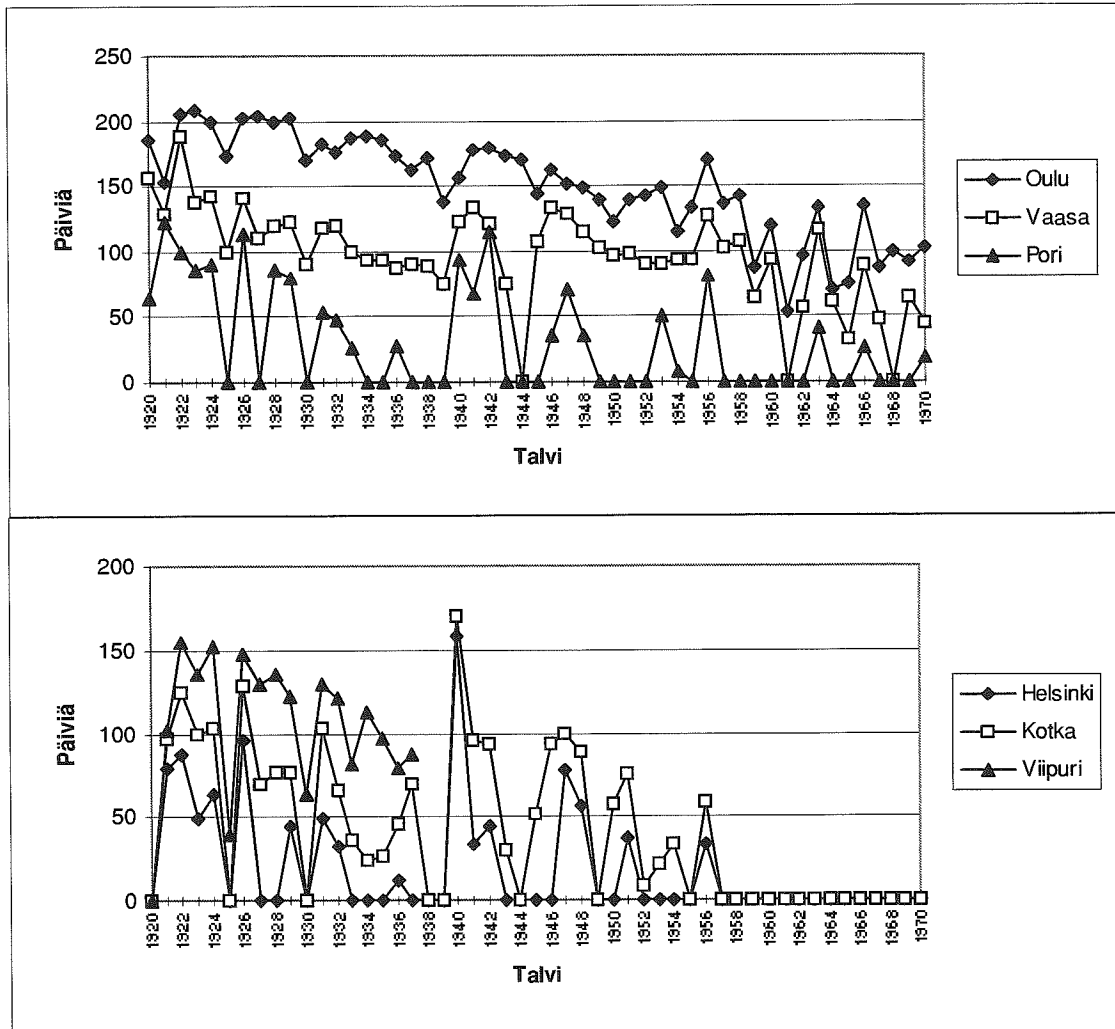
Kuva 36. Prof. Heikki Simojoki.

Työskentelyä uusiutuvan jäänmurtajalaivaston kanssa

1950-luvulla alkanut jäänmurtajalaivastomme uudisrakentaminen tuli vaikuttamaan huomattavasti talvimeriliikennettä laajentavasti ja jääosaston toimintaa elvyttävästi. Sekä Tukholmassa toukokuussa 1956 ja Hampurissa syyskuussa 1956 sovittiin jäänmurtajien antamien tiedotusten ja lentotiedustelutulosten vaihdosta, mikä pääasiassa tapahtui kaukokirjoittimella. Kun talvesta 1955/56 muodostui ankara ja eteläiselle Itämerelle muodostui runsaasti jäitä, laajennettiin jääkartat kattamaan koko Itämeren ja Tanskan salmet. Tietoja saatiin mm. *Voimalta*, joka avusti yhden saattueen Kielin kanavalle saakka mukanaan jäähavaitsijana ensikertalainen, assistentti Uusitalo. Tämä ei ollut alkuperäinen suunnitelma. Uusitalon piti käydä jäänmurtajan mukana vain valokuvaamassa Suomenlahden jäitä, mutta hänen murtajalla olonsa aikana saapui käsky uudesta tehtävästä, ja niinpä Uusitalo joutui palaamaan Helsinkiin eteläisen Itämeren kautta.

Jäänmurtajalaivasto sai 1957-60 kolme *Karhu*-luokan alusta ja niiden avulla Selkämeren ja eteläisen Perämeren satamia pystyttiin pitämään entistä kauemmin auki, Rauma ja Pori tulivat heti ympärivuotisiksi, Kaskinen hieman myöhemmin. Ankarina talvina (1963, 1966 ja 1970) ne tosin jouduttiin jälleen sulkemaan. Myös itäisen Suomenlahden satamat tulivat samaan aikaan ympärivuotisiksi. Perämeren pohjoiset satamat olivat talvisin entistä lyhyemmän ajan suljettuina, talvella 1960/61 oli Vaasan, Pietarsaaren ja Ykspihlajan satamiin ensi kerran meriliikennettä läpi talven. Asian eteenpäin vieminen johti useaan neuvotteluun, joihin myös jääosaston talassologi Palosuo osallistui. Hän valmisti kaksikin tutkielmaa jäänmurtajien käyttökustannusten ja muiden talviliikenteen

kustannusten suuruudesta. Ne osoittivat rahtauksen merta pitkin olevan huomattavasti edullisempaa kuin rautateitse. Näihin aikoihin alettiin suunnitella entistä suuremman ja vahvemman jäänmurtajan rakentamista, joista ensimmäinen, *Tarmo*, valmistui 1963.



Kuva 37. Eräiden satamien kiinnioloaikoja jäävaikeuksien vuoksi 1920-1970. Yllä Pohjanlahti ja alla Suomenlahti. Lähde: MTL:n jäätalvijulkaisut.

Jäänmurtajien suunnittelu ja rakentaminen edellytti jään ominaisuuksien ja jään esiintymisen tarkempaa tutkimista. Niinpä talvella 1956/57 kuudella havaintoasemalla pitkin rannikkoa otettiin viikottain jäänäyte, josta määrättiin eri osien suolapitoisuudet. Myöhemmin alettiin rutiininomaisesti mitata jäätä kirkkaan, ns. teräsjään osuus sekä sen päällä oleva lumi- eli kohvajää. Fil.tri Ilmari Sala ja teknikko Eero Olkkonen tekivät samaan aikaan lujuuskokeita.

Talvella 1959/60 suoritettiin jään kideopillisiä tutkimuksia Yhdysvalloista hankitun polarisaatio-mikroskoopin avulla. Näissä töissä avustajana toimi fil.maist. Keijo Keto ja myöhemmin fil.maist. Martti Sippola. Maininnan arvoinen on myös vuonna 1958 jääosastolla valmistunut merikapteeni Väinö Tuulen ja hra Jaakko Hartikan monivuotinen laskutyö erilaisten jäälaatuojen esiintyminen satamiin johtavilla väylillä. Tällaista tultiin tarvitsemaan merenkulkuhallituksessa, kun puiset väyläviitat korvattiin teräksisillä, joiden tuli seistä paikallaan ympäri vuoden ja kestää jääkentän liikkeiden aiheuttamat rasitukset.



Kuva 38. Jäänmurtaja Voima. © MKH.

Tutkimustöitä synnyttivät myös käytännön tarpeet. Talvella 1963/64 jääosastolle oli sattunut erehdys sen arvioidessa jäänmuodostusta tammikuussa Perämerelle ja Selkämeren rannikolle.

Merimiesunioni oli julistanut lakon alkavaksi 17.1.1964. Sääennusteiden mukaan pakkaskausi oli tulossa, joten Ykspihlajan, Pietarsaaren ja Vaasan liikennettä avustanut jäänmurtaja *Sampo* vedettiin tammikuun 11.päivänä kiireesti Raumalle. Pohjoisen satamat suljettiin liikenteeltä koska pelättiin niihin lakon aikana jäävien laivojen joutuvaan viettämään siellä koko talven. Lähtiessään *Sampo* mittasi Pietarsaaren edustalla veden lämpötilaksi huomattavasti yli 0°C, mikä merkitsi meren pysymistä avoimena pakkasen kiristymisestä huolimatta. Paikalliset lehdet nälvivät pitkään "vaikeasta jäätilanteesta" eteläisellä Perämerellä.

Erehdys johti välittömästi lämpötilojen havaitsemiseen niin pinta- kuin syvänveden osalta. Jäänmurtajiin samoin kuin vuorolaivoihin hankittiin lämpömittareita. Laivoilla nostettiin ämpäreillä merivettä kannelle ja lämpötila mitattiin siitä. Myöhemmin ruotsalaisten kehittämällä menetelmällä veden lämpötila mitattiin lämpöanturilla pohjalevyn läpi. Näyttöpäätte sijaitsi komentosillalla. Tämä nopeutti ja helpotti huomattavasti havainnointia. Säännöllisiä lämpötilahavaintoja tekivät vuorolaiivat Helsingistä Tukholmaan ja Travemündeen määrättyillä pisteillä. Uusitalo julkaisi kaksikin artikkelia runkolämpömittareilla tehtyjen mittauksen luotettavuudesta, koska asiasta oli esiintynyt keskustelua (Uusitalo 1974. 1975).



Kuva 39. Aina on keskusteltu jäänmurtajien tarpeellisuudesta. Pilapiirros Länsiväylässä vuodelta 1995.

Säännöllinen havaintotyö oli syksyllä 1964 saatu niin pitkälle, että marraskuun alusta alkaen voitiin julkaista viikottaisissa tiedotuksissa meriveden pintaveden lämpötilat Suomen rannikon 15 havaintoasemalta sekä 12 Ruotsin rannikon asemalta ja neljältä majakalta. Puolasta oli mukana neljä rannikkohavaintoasemaa. Laivojen tekemiä mittauksia oli noin neljästä ulapan pisteestä. Tiedotukseen sisältyi myös viiden vuorokauden ennuste ilman lämpötilasta, jonka laativat Ilmatieteen laitoksen meteorologit Erkki Laitinen ja Erkki Harjama.

Syksyllä 1969 tilanne parani, kun käyttöön tuli edellämainittujen pintalämpötietojen lisäksi lentokoneeseen asennetun infrapunamittarin mittaamat mittausionot, joiden perusteella voitiin piirtää viikottaisiin karttoihin meriveden lämpötilaa kuvaavat isotermit. Nämä tekivät kartoista prof. Simojoen sanoin "täydelliset". Uudistuksen jälkeen harvenivat syksyisin jääosastolle tulleet lukuisat puhelinsoitot: "Koska meri jäätyy?".

Jääpalvelun määrärahat olivat niukat, eivätkä mahdollistaneet infrapunamittarin hankintaa. Rahat saatiin ujuttamalla ne merenkulkuhallituksen suosiollisella avustuksella rakenteilla olevan Varman kalustokustannuksiin. Saman ujutuksen yhteydessä hankittiin myös joitakin virtausmittareita.

Pintaa syvemmältä havaitsemista varten asennettiin neljään merivartioalukseen vinssit ja niille toimitettiin vedennoutajat. Havaintotoiminta keskitettiin Ahvenanmerelle ja Selkämeren eteläosiin ja vuonna 1964 valmistui tutkimus Selkämeren ja pohjoisen Itämeren vedenvaihdosta Ahvenanmeren

syvänteiden kautta. Tämä auttoi ymmärtämään paremmin Selkämeren lämpöasetilannetta alku- ja keskitalvella.

Lentotiedustelujen tarve kasvaa

Jäätiedustelulentoja oli tehty säännöllisesti sotatalvista lähtien. Niitä suorittivat ilmavoimat Suomenlahden ja eteläisen Selkämeren osalta; Merenkurkussa taasen merivartioloaitoksen koneet. Lentoja kertyi vuosittain 30-40 kpl, mutta ankarina talvina niiden luku saattoi nousta jopa 80:een. Kartat olivat yleensä hyvin piirrettyjä ja sisälsivät tärkeitä tietoja ulapan oloista. Näistä lennoista ei Merentutkimuslaitos joutunut suorittamaan käyttömaksua; vain lentäjille maksettiin pieni henkilökohtainen palkkio. Kun silloiset koneet olivat yksimoottorisia ja niillä oli pieni toimintasäde, ei tietojen kattavuus ollut kovinkaan suuri. Lisäksi kartat postitettiin Merentutkimuslaitokselle, jonne saapuessaan niiden kuvaamat jäätilanteet olivat jo pari kolme päivää vanhoja. Merentutkimuslaitokselta jäänmurtajille postitetut, kahdesti viikossa monistetut yleiset jääkartat joutuivat odottamaan määräsatamassa muun postin joukossa jäänmurtajan saapumista. Siten juuri eniten tarkkoja jäätietoja tarvitsevat jäänmurtajat saivat niitä auttamattoman paljon myöhässä. "Ja niinpä jäänmurtajilla usein voitiinkin virnuillen todeta, että näyttävät kertovan meille viime viikkoista tilannetta". (Jääsalo: 1980, 38).

Epäkohta poistui osittain, kun vuonna 1968 otettiin käyttöön kuvalähettämiä ja -vastaanottimia. Radiofaksimilenä lähetetyt jääkartat ja lentotiedustelujen tulokset voitiin vastaanottaa jäänmurtajilla ja joillakin reittiläivoilla melko hyvälaatuisina Pohjanlahdella ja Itämeren pohjoisosissa aina Gotlannin korkeudelle saakka. Samalla ulkomaiden jääpalvelut saattoivat vastaanottaa Suomen jääkarttoja.

Jotta toive yhtenäisistä, koko merialueen kattavista lennoista saataisiin toteutetuksi, sai Merentutkimuslaitos talvella 1963/64 luvan vuokrata Henry Nielsen Oy:n kaksimoottorisia lentokoneita. Ohjaajana näillä lennoilla toimi usein lentämisestä innostunut toimitusjohtaja Berndt Aminoff ja tähtystäjänä toimi talassologi Palosuo. Lennot suunnattiin tavallisesti Helsingistä Suomenlahtea pitkin Ahvenanmerelle ja sieltä suoraan Merenkurkun kautta Perämeren pohjoisosiin. Polttoainetäydennys oli tavallisesti Oulussa. Paluulennolla etelään päin tultaessa selvitettiin Suomen rannikon edustan jäätilanne. Kun vuonna 1969 koneeseen saatiin asennettua Yhdysvalloista hankittu infrapunamittari, saatiin samalla rekisteröityä pintaveden lämpötila pitkin lennettyä reittiä. Näitä meriveden pintalämpötilan mittauslentoja suoritetaan yhä tänäänkin.

Heikkoutena oli, ettei lentokoneesta pystytty ottamaan suoraa radioyhteyttä jäänmurtajiin tai muihin aluksiin. Posti- ja lennätinhallitus piti tiukasti kiinni radiojaksoista eikä neuvotteluista huolimatta suonut asiaan parannusta. Siten tiedustelutulokset jouduttiin lennon jälkeen viestittämään radiosanomina. Jos ilmasta käsin haluttiin osoittaa alla olevalle alukselle helpoin kulkureitti, tapahtui se matalalla lentäen, "koukaten", aluksen yli. Näin saatiin esim. eräs Nesteen Ahvenanmereltä Mäntyluotoon jäänmurtajalakon aikana suoraviivaisen kurssin ottanut suuri tankkilaiva siirtymään kolme meripeninkulmaa pohjoisemmäksi, jossa oli selkeä railo Mäntyluodon edustalle saakka.

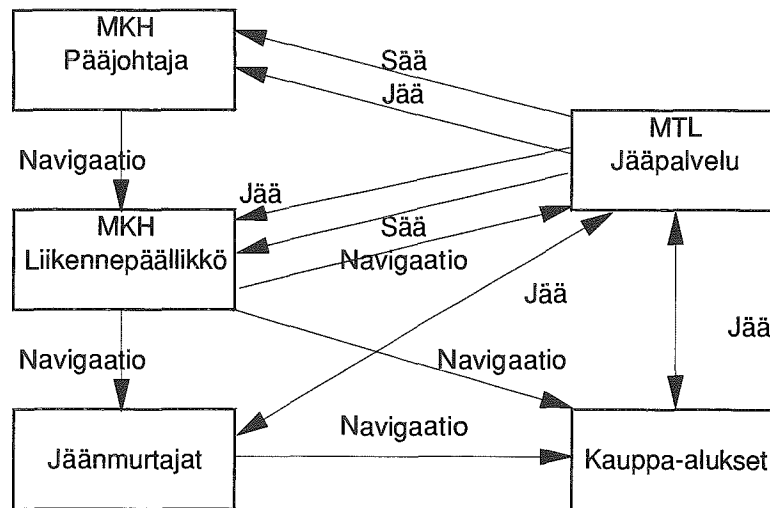
Sulo Uusitalon ollessa vuoden stipendiaattina Göteborgissa, hänen tilalleen jääosaston tilapäiseksi assistentiksi tuli meteorologian ylioppilas Hannu Grönvall. Tämä tapahtui ankarana jäätalvena 1965/66. Grönvall otettiin heti ensimmäisenä talvena mukaan useille jäätiedustelulennoille opettelemaan jäähavainnointia ilmasta käsin. Vuoden 1968 alusta Grönvall palasi Ilmatieteellisestä Keskuslaitoksesta takaisin jääosastolle, kun laitokselle oli myönnetty kaksi uutta tilapäisen tutkijan virkaa. Toinen viroista tuli biologisiin tutkimuksiin. Grönvallin vuonna 1968 hyväksytty pro gradu-tutkielma käsitteli merijäitä, toisin sanoen sen aihepiirinä oli merimeteorologia.



Kuva 40. Jääpalvelun viestittäjät ja liikennetoimiston sihteeri työskentelivät 1960-luvun lopulta 1970-luvun lopulle samassa työhuoneessa. Vasemmalla liikennetoimiston sihteeri Ulla Sjöholm, keskellä jääpalvelun viestittäjä Anja Raihokari ja oikealla piirtäjä Anja Hamilo. Takana kellon alla on jääpalvelun kuvalähetin. Kuva on vuodelta 1968.

Pohjoisen satamat auki

Vuoden 1964 alusta tuli merenkulkuhallituksen pääjohtajaksi Helge Jääsalo. Hän oli aikaisemmin toiminut luotsi ja majakkaosaston johtajana vuosina 1960-64 ja sitä ennen Merivartioston komentajana. Jääsalo asetti heti päämääräksi pohjoisten satamien auki pitämisen ja ryhtyi sitä jo ensimmäisenä talvena toteuttamaan. Talvella 1963/64 jää kuitenkin vahvistui nopeasti Perämerellä, eikä aukipitäminen onnistunut läpi talven. Samoin ankarat talvet 1965/66 ja 1968/69 paljastivat talvimeriliikenteen haavoittuvuuden. Pääjohtaja Jääsalon johdolla ryhdyttiin korjaamaan puutteita. Kun samaan aikaan merenkulkuhallituksessa pitkäaikainen merenkulkuosaston taitava johtaja, merenkulkuneuvos Allan Relander siirtyi eläkkeelle, perustettiin merenkulkuhallitukseen erityinen liikennepäällikön virka, jonka ensimmäiseksi haltijaksi kutsuttiin kokenut jäänmurtajapäällikkö A.O. Aalto. Hänen työhuoneensa ei ollut kaukana pääjohtajan huoneesta. Vuonna 1967 Aallon työhuoneeksi osoitettiin saman käytävän varrella oleva huone ja samalla jääosasto sai hänen viereltään työhuoneet päivystystä ja viestityslaitteita varten. Jokapäiväinen toiminta tapahtui lähinnä aamuisin kello 09.00 pidettyjen yhteisten neuvonpitojen perusteella. Täten oli saatu aikaan epävirallinen talviliikenteen johtoryhmä, johon kuuluivat liikennepoliitikasta vastaava merenkulkuhallituksen pääjohtaja, kokenut jäänmurtajan päällikkö antamassa käytännön näkemystä asioihin ja tiedettä edustanut merentutkija, joka lisäksi antoi epävirallisen sääennusteen ja jäiden liike-ennusteen. Vuonna 1968 jääkarttojen painattaminen, jonka painos käsitti jo 450 vastaanottajaa, saatiin siirrettyä merenkulkuhallituksen karttapainon tehtäväksi. Jääosasto oli siten saanut tiedotuspuolensa merenkulkuhallituksen yhteyteen tutkimuspuolen pysyessä edelleen laitoksella.



Kuva 41. Tietovuo jääpalvelun MKH:n, jäänmurtajien ja kauppa-alusten välillä. MKH = merenkulkuhallitus, MTL = Merentutkimuslaitos.

Pääjohtaja Jääsalon erääksi tärkeäksi toimenpiteeksi muodostui vuonna 1964 helikoptereiden saaminen jäänmurtajien käyttöön ja helikoptereita varten rakennetut laskeutumiskannet jokaiselle jäänmurtajalle. Nyt helikopteri pystyi seuraamaan jäänmurtajaa koko ajan, viemään päällikön tai perämiehen tiedustelemaan jäättilannetta aina 100 km eteenpäin ajoreitillä, ilmoittamaan paikat tarkasti decca-järjestelmän avulla ja olemaan puheyhteys jäänmurtajan kanssa, aluksi kenttäpuhelimilla, myöhemmin määrättyllä aaltopituudella radioteitse. Jäänmurtajat pystyivät nyt itse hankkimaan tarvitsemansa jäätiedot ja ne tiedottivat tuloksistaan jäänmurtajajohdolle. Merentutkimuslaitoksen kaukolennot olivat tästä lähtien vain yleisilanteen selvittäjinä ja pintaveden lämpötilojen mittaajana, jolloin pitkien lentojen lukumäärä vähitellen harveni.

Lentotiedustelujen määrän pienenemiseen vaikuttivat myös vuonna 1968 jääpalvelun käyttöön tulleet satelliittikuvat ja samana vuonna jäänmurtajilla käyttöön otetut faximilekartojen vastaanottolaitteistot.

Jääkenttien tutkimukset käyntiin

Tutustuminen jääkenttiin ja jäänmurtajien työskentelyyn tapahtui vieraillemalla niillä. Vierailijoiden kannalta mielenkiintoisimmat tilanteet olivat yön aikana, jolloin valonheittimien valossa nähtyinä tilanteet usein sisälsivät epävarmuutta. Omakohtaisiin kenttätöihin ryhtyminen sai virikkeitä useammalta taholta. Yhdysvaltojen itärannikolla Marylandissa vuonna 1957 pidettiin ensimmäinen merijäätä käsittelevä symposiumi, johon oli kutsuttu osanottajia Yhdysvaltojen lisäksi Kanadasta ja useista Euroopan maista. Motiivina Yhdysvalloilla oli kuroa kiinni venäläisten laukaiseman Sputnikin antama tieteellinen etumatka ja toisaalta "kylmän sodan" aiheuttama pelko Arktisella merellä, jonka yli oli lyhin lentomatka Moskovasta Amerikan keskuksiin.

Kun Yhdysvalloissa myöhemmin pidetyssä seuraavassa merijäätä käsittelevässä symposiumissa pääällimmäisinä aiheina olivat Pohjoisen jäämeren jäiden ajautuminen, jääkenttien kokoonpuristuminen ja hajaantuminen sekä kentässä esiintyvät puristusvoimat, alettiin Merentutkimuslaitoksen jääosastolla suunnitella vastaavanlaisia tutkimuksia Itämerelle.



Kuva 42. Merenkulkuhallituksen liikennepäällikkö A. O. Aalto (vasemmalla) ja tarkastaja Viljanen (oikealla) työhuoneessaan vuonna 1960-luvun lopulla..

Ensimmäinen retki, joka päätettiin tehdä Huippuvuorilta kotiutuneella hylkiveneellä vuonna 1967, kuvaa aikansa pioneerihenkeä. Veneen kunnostuksen ja varustelun hoiti tutkija Anders Häggblomin isä, tullipäälyllysmies Einar Häggblom, joka värväsi hylkiveneen rakentaneen Edvin Grankullan kaksi kokenutta poikaa, Torolfin ja Kallen, miehistöksi ja oppaiksi. Retkikunnan johtajana oli talassologi Palosuo.

Pääsiäisen alla jäänmurtaja *Tarmo* kuljetti kannellaan veneen miehistöineen noin kymmenen meripeninkulman päähän rannikosta. Komentosillalla seisova pääjohtaja Jääsalon seurue toivotti retkikunnalle onnea.

Yksin jäätyään retkikunta valitsi huolella veneen sijaintipaikan. Oppaat vakuuttivat vihertävälle vivahtavan jään olevan erikoisen paksua ja todennäköisesti useampikerroksista. Yöksi retkikunta sulloutui veneen keulaan ja nukkui välittämättä ulkona viheltävästä navakasta tuulesta. Aamulla he heräsivät veneen lähelle laskeutuvan helikopterin pörräilyyn. Helikopterista tuli huolestunut pääjohtaja Jääsalo, joka ihmetteli retkikunnan rauhallisuutta, kysyen tietävätkö "pojat" sijaintiaan? Talassologi Palosuo suunti Helsinginkallanin majakan: illalla se oli etelässä, mutta näkyi nyt pohjoisessa. Jäälautta hylkiveneineen oli ajautunut lähes 20 km etelälounaaseen ja lautan reunoille oli yön aikana muodostunut jäävalleja. Jääsalon tarkasteltua vielä Palosuon yksinkertaista virtamittaria, eri syvyyksille upotettavaa kartiota, jonka laskunarun kaltevuudesta voitiin laskea veden virtausnopeus, kiellettiin talassologi Palosuolta ehdottomasti jatkossa tutkimukset hylkiveneeltä käsin. Tutkimuksiin luvattiin irrottaa jäänmurtaja.

Suomessa jäänmurtajalaivaston rakentaminen, varsinkin kolmen *Tarmo*-luokkaan kuuluvan aluksen valmistuminen 1963-70 vaati jo uutta tietoutta jäistä. Näiden jälkeen *Urho*-luokan suunnitteluun kaivattiin entistä täsmällisempiä normeja Perämerellä. Wärtsilä perustikin erikoisen tutkimusryhmän, WARGin (Wärtsilä Arctic Research Group), jonka keskeiseksi menetelmäksi muodostui laivojen pienoismallien kokeilu jääaltaassa. Tämä ei kuitenkaan vähentänyt kenttäkokeiden merkitystä. Näihin

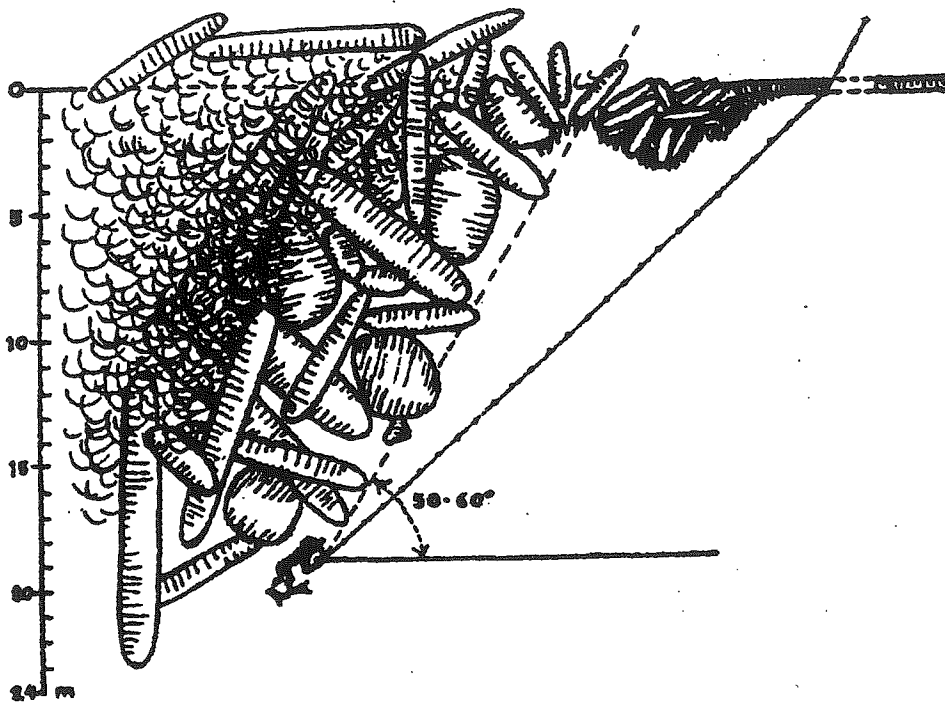
kokeisiin osallistui myös Merentutkimuslaitoksen jääosasto ja niistä suuritoisimpia olivat jään taivutuslujuuden määrittäminen paikallaan, *in situ*. Jääkentällä Helsingin itäpuolella Kalkkirannan selällä ja sittemmin Hangon lähellä Tvärminnessä sahattiin 2-4 metriä pitkiä ja 1-4 metriä leveitä palkkeja, joiden toinen pää jätettiin kiinni jääkenttään ja toisesta päästä puristettiin poikki hydraulisesti (Ernst Enkvistin väitöskirja, v. 1972).



Kuva 43. Jäänmurtaja *Urho*. © MKH.

Toinen julkisuuteen tullut tutkimus, johon jääosasto osallistui koski ahtojäävalliin poikki-leikkausten rakenteita (A. Keinosen väitöskirja, v. 1977). Raivaamalla leikkausura vallin poikki, todettiin että sen yläosassa, vapaan vesireunan tasolla oli kerros tiiviisti yhteenjäätyneitä telejä ja tämän alla irrallisia telejä. Aikaisemmin oli kuviteltu ahtojäävalliin alaosienkin koostuvan yläosien tapaan yhteenjäätyneistä teleistä. Tieto auttoi uusien jäänmurtajien suunnittelussa, tarvitaanhan irtausten telien murtamiseen vähemmän voimaa kuin yhteenjäätyneiden. Ensihavainnot jäävalliin alaosien irrallisuudesta oli saatu huhtikuun 3. päivänä 1965 Raahen ulkomajakan kohdalla, jossa sukeltajat olivat menneet tarkastamaan, oliko paikalle muodostunut ahtojäävalli sekoittanut tulevaa kasuunimajakkaa varten syksyllä tasaiseksi ruopattua pohjaa. Räjähdyttämällä pintakerroksen puhki he olivat saaneet aikaan avannon keskelle valliin, ja samalla irralliset telit olivat nousseet pinnalle. Jäätelejä oli 8 metrin syvyyteen ja vapaata vettä meren pohjan yläpuolella noin metri.

Jääosasto tutki ahtojäävalliin rakennetta käyttäen apunaan sukeltajia. Ongelmana oli riittävän suuren avannon aikaansaaminen sukeltajien veteen laskeutumista varten, joten ensimmäinen yritys ammattisukeltajia käyttäen tehtiin jäänmurtajan avaamassa uomassa. Ainoa selostus sukelluksesta oli "kuusi metriä syvä". Seuraavaan yritykseen huhtikuun 8. päivänä 1970 värvättiin urheilusukeltajia. Ahtojäävallin viereen tehtiin avanto 80cm paksuiseen jäähän, josta sukeltaja laskeutui tutkimaan vallin vedenalaista rakennetta. Sukeltaja piirsi tarkan sivukuvan 24 metrin syvyydestä ahtautumasta. Valitettavasti avantoa ja samalla sukellusta ei ehditty tehdä ahtautuman vastakkaisella puolella. Tämä oli sikälikin menetys, koska ahtojäävallista oli otettu stereo-ilmaavaloja.



Kuva 44. Ahtautuman läpileikkaus Perämerellä 8.4.1970. Lähde: Palosuo 1972.

Perämeren tutkimuksiin osallistui vuosina 1972 ja 1973 mm. Helsingin palolaitoksen sukeltajia. He pystyivät kaukana jäänmurtajista ja merimerkeistä käyttämään räjähdysaineita ja siten tunkeutumaan usean ahtojäävallin alle. Merenkulkuhallituksen yli-insinööri Arjo Harjula, jonka eräänä harrastuksena oli urheilusukellus, huomasi vallien poikkileikkauksen näkyvän tuoreiden avorailojen kulkiessa kohtisuoraan vallien poikki, ja josta ne saatiin piirretyksi riittävällä tarkkuudella. Tällä menetelmällä saatiin lyhyessä ajassa tutkituksi tarpeeksi monta vallin poikkileikkausta niiden keskimääräisen suuruuden määrittämiseksi. Samalla tutkimusmatkalla löydettiin 28 metriä syvä ahtojäävalli, joka on suurin Itämerellä koskaan tavattu. Valitettavasti jäivät tällaisissa vaikeissa olosuhteissa jään suolaisuushavainnot tekemättä. Kuitenkin saatiin määriteltyä, että ahtautuman vedenpinnan yläpuolisen osan korkeutta (yleensä 0.3-2 m) vastaan on 5-7 kertaa paksumpi vedenpinnan alla olevan osa. (Palosuo 1975).

Uutta havaintoa voitiin käyttää hyväksi ns. profilometrihavainnoissa. Sveitsistä onnistuttiin hankkimaan pieni laserprofilometri, jolla jäänmurtajan komentosillan sivulle kiinnitettynä, voitiin mitata yhtenäistä korkokuvaa 15-20 metriä laivan sivulta. Mittaamalla määrätyn pituisia aluejonoja jäänmurtajan kulkiessa Perämeren perukasta kohti Merenkurkkua saatiin tiedot ahtojäävallien esiintymisestä Perämerellä jäänmurtajien käyttämillä reiteillä (Leppäranta 1981b). Kokonaiskuvaa ahtojäiden esiintymisestä ei saatu, koska jäänmurtajat käyttivät helpointa reittiä säästääkseen polttoainetta ja avustusaikaa. Samaa tekniikkaa käytettiin myös ruotsalaisella Ymerin tutkimusmatkalla Barentsin merellä vuonna 1980.

7. SATELLIITTIKAUSI - TALVET 1969-1994

Merен lämpövaraston seuraaminen operatiiviseksi

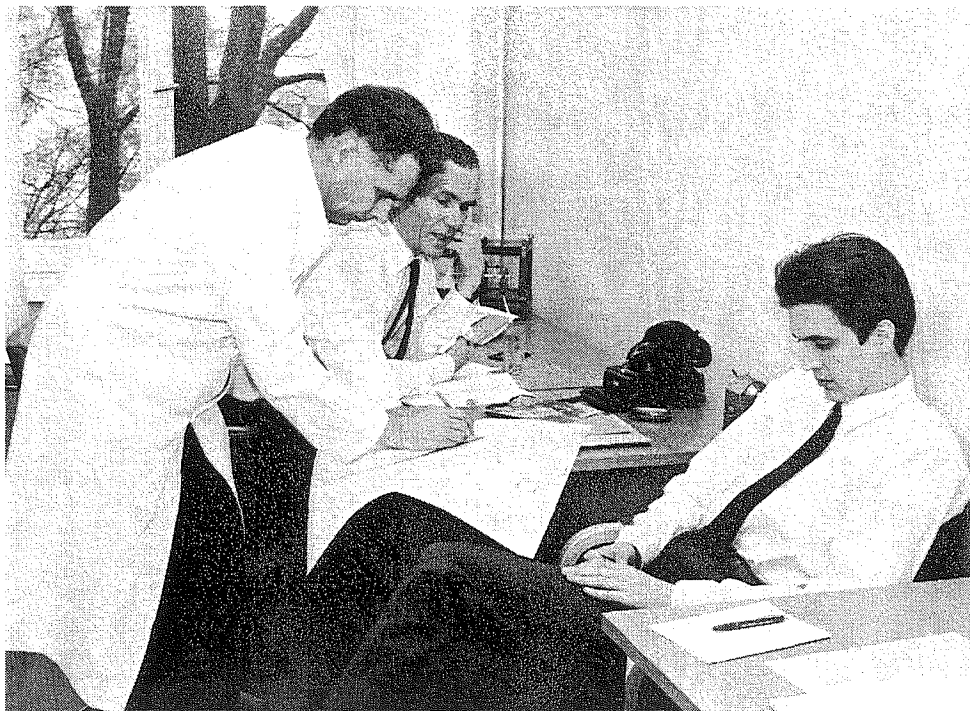
Itämerellä meriveden lämpötila on noin lokakuun puolestavälistä alkaen samansuuruinen (homogeeninen) aina 50-60 metrin syvyyteen asti. Tämä johtuu pintaveden jäähtymisestä ja sekoittumisesta

alemman, lämpimämmän veden kanssa. Meren lämpövarasto voidaan siten arvioida pintalämpötilan perusteella. Meren lämpövarasto heijastuu ensijäätymiseen, voidaan vaikuttaa siihen noin kahdella viikolla aikaistavasti tai myöhäistävasti riippuen lämpövaraston määrästä keskimääräiseen verrattuna.

Koska mereen varastoidun lämpömäärän selvittäminen on tärkeää arvioitaessa jäätyminen ajankohtaa, alettiin vuonna 1968 merentutkimusalue *Arandalla* tehdä syksyisin lämpövarastoa tutkivia meriretkiä. Samalla haluttiin selvittää myös varsinaisen Itämeren ja Pohjanlahden vedenvaihtoon liittyviä ongelmia sekä tutkia Pohjanlahden virtauksia. Näitä meriretkiä jatkettiin säännöllisesti aina 1990-luvulle asti.

Meriveden pintalämpötilakarttoja on julkaistu vuosittain lokakuun ja maaliskuun välisenä aikana aina tietojen keruun alkamisesta lähtien. Maaliskuun jälkeen pintalämpötila ei enää kuvaa paksun vesikerroksen lämpötilaa, vaan kuvastaa lämpiävän ja helposti sekoittuvan ohuen pintakerroksen tilaa. Tämän vuoksi jääkarttoihin ei enää maaliskuun jälkeen merkitä meriveden lämpötilojen isotermejä.

Sitä mukaa kuin aineistoa kertyi tarpeeksi, julkaistiin syksy- ja talviaikaa kuvaavat tilastolliset kartastot veden lämpötiloista; ensin vuosilta 1966-1974 (Palosuo & Grönvall 1976) ja myöhemmin laajempi kartasto vuosilta 1965-1986 (Grönvall et al. 1987). Täten oli saatu ulapat kattavaa tilastollista materiaalia, johon talven kehitystä voitiin verrata ja jäätyminen ennustamien tuli helpommaksi.



Kuva 45. Jääkartan päivitystä vuonna 1968. Vasemmalta oikealle. Uusitalo, Palosuo ja Grönvall.

Talvisatamat ympärivuotiseksi, jääosastosta tulee jääpalvelu

Voimakkaiden *Atle*-luokan jäänmurtajien rakennusohjelman avulla voitiin talvella 1971 ensimmäisen kerran pitää kaikki Suomen talvisatamat avoinna liikenteelle ympäri vuoden. Täten oli kulunut lähes sata vuotta talviliikenteen alkamisesta ennenkuin Perämeren vaikeat jäät eivät enää olleet esteenä talvimerenkululle. Tätä ennen oli käyty eri intressipiirien välillä pitkään jatkunut väittely ja ajoittain jopa kahakointi talvimeriliikenteen ja rautatiekuljetusten paremmuudesta, jossa aseina käytettiin huomattavaa määrää selvityksiä, raportteja, mietintöjä sekä julkista sanaa. Pölyn, tai pitäneekö sanoa

jäähileiden, laskeuduttua asian päälle on aika näyttänyt asiassa tehdyn oikean päätöksen, jota puoltavat sekä kuljetuskapasiteetti että taloudelliset seikat.

Vuonna 1972 Merentutkimuslaitoksella tapahtui suuria uudelleen järjestelyjä asetuksen muutoksen yhteydessä. Vanhasta osastojaosta luovuttiin ja jääosasto ja vedenkorkeusosasto yhdistettiin fysiikan osastoksi, jonka johtoon tuli fil. tri Palosuo. Seuraavana vuonna Palosuo nimitettiin Helsingin yliopiston geofysiikan professoriksi ja fysiikan osaston johtoon tuli fil. lis. Pentti Mälkki. Jääosaston operatiiviset tehtävät annettiin jääpalveluksi kutsutulle yksikölle, joka oli fysiikan osaston osa. Naseva jääpalvelu-nimitys vastasi muiden maiden jääpalvelutoiminnalle antamaa nimitystä (istjänst, Eisdienst, ice service), vaikka tarkka nimitys olisi ollutkin merijäätietopalvelukeskus. Palosuon siirryttyä fysiikan osaston johtoon, jääpalvelun vastaavaksi tuli syksyllä 1972 maisteri, sittemmin fil. lis., Hannu Grönvall. Hänen apunaan toimi fil. tri Uusitalo. Syksyllä 1973 jääpalveluun värvättiin kolmanneksi tutkijaksi fil. kand. Simo Kalliosaari.

Sääsatelliittien kehitystä

Kun avaruustekniikkaa alettiin 1960-luvun alussa käyttää ympäristön seurantaan, teknologia oli kehitetty pääasiassa maanpintaan kohdistuvia sovellutuksia varten. Tämän vuoksi ensimmäiset sääsatelliitit kykenivät välittämään televisiokameroidensa kuvia ainoastaan maan pinnasta ja ilmakehästä. 1960-luvulla ja 1970-luvun alussa Yhdysvalloissa kehitettiin erityisen nopeasti satelliittien havaintotekniikkaa. Yhdysvaltojen avaruusohjelmien saama suuri yleinen mielenkiinto edisti julkisten varojen ohjautumista avaruustutkimuksen kehittämiseen.

Ensimmäisen tosiaikaisen sääsatelliittikuvan otti tutkimussatelliitti TIROS-1 (Television Infra Red Observation Satellite), jonka Yhdysvallat laukaisi 1.4.1960. Satelliitti aloitti sarjan, jonka puitteissa lähetettiin kymmenen muuta TIROS-satelliittia ja vastaanotettiin neljännesmiljoona kuvaa. Kuvat olivat pääasiassa meteorologisia, joskin osa oli tarkoitettu myös merialueiden seurantaan. Ensimmäinen TIROS-kuvien vastaanottoasema oli suurikokoinen, monimutkainen ja maksoi noin kuusi miljoonaa Yhdysvaltojen dollaria. TIROS-sarjan pahimpia puutteita olivat rajoitettu ajallinen ja alueellinen kattavuus sekä televisiokuvan geometriset vääristymät. Huomattava parannus tehtiin TIROS-8:n kohdalla vuonna 1963, jolloin käyttöön otettu APT- järjestelmä (Automatic Picture Transmission) mahdollisti kuvan suoran lähettämisen VHF-taajuuksilla suhteellisen yksinkertaisille maa-asemille. APT-järjestelmä suunniteltiin alunperin NIMBUS-satelliiteille, joista ensimmäinen kuvasi koko maapallon vuorokaudessa ja lähetti geometrisesti tyydyttäviä kuvia.

TIROS-sarjan satelliitit hyödynsivät vain spektrin näkyvän valon aallonpituuksia, mutta toisen polven tutkimussääsatelliitti ITOS ja luonnonvarojen tutkimussatelliitit GOES A-C pystyivät havainnoimaan myös infrapuna-aaltoalueilla, jolloin kuvia saatiin myös pimeään aikaan. (Jaakkola 1978).

Ensimmäiset ESSA-sääsatelliittien kuvat tulivat jääpalvelun käyttöön vuonna 1967. Tämä avasi jäiden kartoitukseen aivan uuden ulottuvuuden, saatiinhan kerralla nähtäväksi kaikki merialueet. Kuvia otettiin vastaan Teknillisen korkeakoulun kehittämällä antennilla ja vastaanottolaitteistolla Kirkkonummella, josta ne toimitettiin jääpalveluun noin neljän tunnin kuluttua satelliitin ylityksestä. Sopimus kuvien saamisesta jääpalvelun käyttöön tehtiin professori Martti Tiurin kanssa. Neljän kilometrin erotelutarkkuus riitti lähinnä jääalueiden reunojen ja jääkenttään avautuvien raitojen paikantamiseen, mutta jääkenttien sisäisestä rakenteesta saatiin vähän tietoa. (Grönvall 1975a. 1975b). Myöhemmin kuvat toimitettiin Ilmatieteen laitokselle, jossa jääpalvelun päivystäjä kävi niitä aamuisin katsomassa.

Vaikka ESSAn kuvissa olikin heikko erottelukyky, voitiin niistä hyvällä säällä erottaa jääkenttien rajat tarkasti. Toisinaan onnistuttiin erottamaan kuvista jopa erilaiset jäälaadut. Nyt voitiin seurata päivittäin myös sellaisten alueiden jäätilanteita, josta muuten ei ollut tietoja. Esimerkiksi Perämeren jääkentässä voitiin erottaa ensimmäiset kevään merkit ja näin aloittaa muut jäätiedustelutoimenpiteet suljettuina olleiden satamien aukaisemiseksi. Samoin Ahvenanmaan pohjoispuolen jäätilanne oli usein kevättalvella tuottanut havainnointivaikeuksia liikenteen ohjautuessa Saaristomeren ja Isokarin kautta Selkämerelle. Satelliittikuvien avulla saatiin alueesta helpommin tietoa. (Grönvall 1975a, 19).



Kuva 46. ESSA-satelliitin kuva 14.02.1968 klo 11.40. Kuvan yläosassa näkyy Suomi. Jäät ja pilvet erottuvat vaaleina, maa harmaana ja avovesi mustana.

Vuonna 1973 alettiin saada tutkimussatelliitti ERTS-A:n kuvia, tosin ensimmäisenä talvena vain yhden kerran. Rataperiodin vuoksi kuvat kattoivat Suomen merialueet vain joka kahdeksastoista päivä ja ne tulivat jääpalvelun käyttöön auttamattoman myöhässä. Erottelutarkkuus oli kuitenkin ESSA- ja

NIMBUS-satelliitteja parempi ja käytössä oli myös infrapunakanava, joten kuvia voitiin saada myös hämärässä ja pimeässä. (Grönvall 1975a, 19).

Järjestelmä toimi vuosia muuttumattomana, kunnes ESSA-satelliitti lopetti toimintansa. Samaan aikaan olivat muiden satelliittien tekniset parannukset edenneet ainoaskelin eteenpäin. Kuitenkin satelliittikuvien käyttö jääpalvelussa väheni 1970-luvun lopulla, koska sopivista satelliiteista oli pula. Myös kuvien hankinta niitä vastaanottavien maa-asemien puuttuessa oli vaikeata. Esimerkiksi venäläisen Meteor-satelliittien kuvat jäivät jääpalvelussa kokonaan hyödyntämättä, vaikka Ruotsissa näitä kuvia käytettiin vuosia. Korvaavana satelliittina käytettiin NIMBUS-sarjan kuvia.

Toinen jääpalvelun päivystäjistä kävi aamuisin Ilmatieteen laitoksella katsomassa ja kopioimassa sääennusteita ja samalla hän sai mukaansa satelliittikuvien kopiot. Jo 1950-luvulla alkanutta sääseurainta jatkettiin aina 1990-luvun alkuun saakka, jolloin saatiin järjestettyä Euroopan keskuksen ennusteiden välitys faksilla jääpalveluun.

Laajat merijääntutkimukset käyntiin

Vuonna 1972 Suomi ja Ruotsi perustivat yhteisen talvimerenkulun tutkimussäätiön (Styrelsen för vintersjöfartsforskning). Säätiö rahoitti laajalti merijään tutkimusta ja kokosi kokouksiinsa eri alojen asiantuntijoita. Säätiön tuella molemmat maat pystyivät aloittamaan laajat tutkimukset Pohjanlahden jääolojen selvittämiseksi. Tutkimus oli jakautunut pääpiirteissään kahteen osaan. Toisaalta keskityttiin jääolosuhteiden selvittämisessä tarvittavien kojeiden kehittelyyn ja toisaalta ulkomeren jäiden liikkeiden ja puristusvoimien selvittämiseen (Grönvall 1975b).

Ensimmäisen suuren jääntutkimusretken järjestivät ruotsalaiset talvella 1974. Mukana oli tosin Suomesta kalustoa sekä professori Palosuo ja maisteri Grönvall. Merkillepantavaa oli, että tällöin ensimmäistä kertaa havainnointiin Itämerellä ulapan jääkentän dynamiikkaa (Omstedt et al. 1974. Leppäranta 1980, 6).

Huono näkyvyys, pilvipeite ja pimeys olivat estäneet jäätietojen saantia. Uusien jäänmurtajien valmistuminen ja samalla kaikkien Pohjanlahden talviliikennesatamien ympärivuotinen meriliikenne olivat lisänneet säästä riippumattomien jäätietojen saannin merkitystä. Tätä varten etsittiin menetelmiä luotettavien tietojen saantiin kaikissa olosuhteissa: maaliskuussa vuonna 1975 järjestettiin ruotsalais-suomalaisena yhteistyönä SEA ICE -75-projekti, johon osallistui lukuisia tutkimus- ja hallinto-organisaatioita molemmista maista sekä Hollannista. Projektin päätarkoituksena oli selvittää erilaisten kaukokartoitustekniikoiden hyödyllisyys jääkartoituksessa. (Blomquist et al. 1975).

Erityyppisiin lentokoneisiin ja helikoptereihin oli asennettu kokeiltavia mittalaitteita, joilla kuvattiin kahta noin 200 neliökilometrin laajuista aluetta. Samaan aikaan suoritettiin mahdollisimman tarkkaan jääolojen kartoitusta, joiden avulla voitiin vertailla eri kojeiden antamia tuloksia todellisiin tietoihin. Kentäkokeissa oli kokeiltavana kolme erilaista tutkaa: SLAR (Side Looking Airbone Radar i. sivukulmatutka), FLAR (Forward Looking Airbone Radar) ja ODAR (Omni Directional Airbone Radar). Näistä käyttökelpoisimmaksi todettiin SLAR. Muista mittalaitteista voidaan mainita TKK:n radiolaboratoriossa 1970-luvulla kehitetyt mikraalloilla toimivat jään paksuuden mittausjärjestelmät, joilla saatiin helikopterista mitattua paksuus vähäsuolaisesta vedestä muodostuneesta, tasaisesta jäästä.

Tärkein SEA ICE -75 -projektin tutkimustulos oli, ettei mikään projektin aikana kokeilluista havaintolaitteista yksinään pystynyt antamaan riittävän tarkasti jääparametreja vaan operatiivisen seurannan tuli käsittää useampia samanaikaisesti toimivia havaintolaitteita.

Projektin aikana jääkenttä oli liikkeessä eri suuntiin, joten myös jäiden liikkeistä saatiin tietoa. Liikkeen tutkimusta varten jääkenttään oli asennettu tutkaheijastimia ja merkkilippuja, joiden paikat todettiin määrävälein. Samanaikaisesti mitattiin jäänpaksuuksia, avopaikkojen määrää ja sijaintia, ahtojäävalliin määrää jne. Täten kerättiin tietoa kehitteillä olevien jään liike-ennustemalleja varten. Jo talvella 1974 oli yritetty jään liikkeiden tutkimusta, mutta silloin merkkiliput menetettiin lyhyessä ajassa. SEA ICE -75:den aikana kokeet onnistuivat hyvin.

Vielä saman talven huhtikuussa Merentutkimuslaitos jatkoi *Arandalla* jäiden liikkeitä koskevia tutkimuksia. Tällöin jäälle asennettiin suuri joukko veden virtausta rekisteröiviä mittareita. Osa mittareista oli asennettu kiintojään alueelle ja osa ulkomerelle eri syvyyksille ja ahtojääkentän suhteen siten, että virtaus voitiin havaita aivan vallin vierestä ja tasaisen lautan keskiosasta. Näin pyrittiin saamaan tietoja jään erilaisista vaikutuksesta virtauksiin.

Talvella 1977 oltiin jälleen tutkimassa jäiden liikkeitä. Kehitteillä olevaa jään liike-ennustemallia varten tarvittiin tarkkaa tietoa jäiden liikkeistä ja ahtautumista. Tutkimusta varten *Aranda* oli Perämeren jäissä kaksi viikkoa maalisi- ja toukokuussa. Vaikka tutkimusohjelma oli laaja sisältäen tutkimusta jäiden liikkeistä, jään deformaatiosta, jäälauttojen kiertymisestä, jään massan mittauksesta, jään pinnan läheisestä tuulesta, veden virtauksista ja säästä, erääksi tärkeimmiksi ongelmaksi jäi määrittää jään liikkumisen suunnan poikkeama tuulen suunnasta. Ongelma ei ollut kovin uusi, sillä jo Nansen antoi ensimmäiset arviot (35°) Jäämereltä vuonna 1902. Itämerellä jäiden havaittiin ajautuvan noin 15° tuulen suunnasta oikealle.

Talvella 1978 (SEA ICE -78) Pohjanlahdella kokeiltiin ruotsalaisten kehittämää sivukulmatutkaa (3cm, x-band), joka oli sijoitettuna rannikkovartioston lentokoneeseen. Menetelmää pidettiin kovin kalliina ja niinpä ruotsalaiset alkoivat kehittää lähes-tosiaikaista TIROS-N -satelliittikuvien vastaanottojärjestelmää.

Jään liike-ennustemalli kehitetään Itämeren oloihin

Tietotekniikan kehitys mahdollisti suurien ja monimutkaisten mallien käytön meritieteissä; mm. Yhdysvalloissa jo 1960-luvulla aloitettiin erilaisten jään liikemallien suunnittelu Jäämerelle. Kylmän sodan aikana sukellusveneistä laukaistavat ydinohjuukset olivat suuri huolenaihe. Jäämeri oli mukava paikka sukellusveneille piileskellä ja mahdollisesti laukaista ohjuksensa jään reunasta tai railosta.

Pohjoismaissa innostuttiin kehittämään jäämalleja talviliikenteen avuksi 1970-luvun alussa. Merentutkimuslaitoksella jään liikemallin kehittäminen aloitettiin vuonna 1973. Aluksi mallikehittelyä teki maisteri Aarno Valli, mutta seuraavana vuonna hänen tilalleen tuli maisteri Matti Leppäranta. Merentutkimuslaitoksen jäämallia oli alettu kehittää Doroninin mallia hyväksi käyttäen (Valli & Leppäranta 1975). Hyvin pian huomattiin, etteivät Jäämerelle ja Ohotan merelle kehitetyt mallit toimineet tyydyttävästi ahtaalla Itämerellä. Lisäksi Itämerellä hilaruudukko haluttiin mahdollisimman pieneksi, että tuloksista olisi hyötyä jokapäiväisessä talvimerenkulussa. Kaikki nämä johtivat ensivaiheessa suuriin kenttäkokeisiin Pohjanlahdella. Alunperin jäämallin ennustealue olikin ainoastaan Pohjanlahti, ja vasta myöhemmin mallia laajennettiin etelään. Ennenkuin malli saatiin julkaistavaan muotoon järjestettiin edellämäinitut kenttämatkat -74, ja -75. Mallittaja oli mukana kenttämatkoilla ja matkojen jälkeen siirsi saadut tulokset malliin. Täten toimien saatiinkin helmikuussa 1977 julkaistua ensimmäinen 36 tunnin jääennuste. Pahimpia pullonkauloja jään liikkeen ennustamisessa oli ja on edelleenkin tuuliennusteiden riittämättömyys.

Jääennustukset laadittiin Merentutkimuslaitoksen pientietokoneella. Ennusteiden pohjana oli Ilmatieteen laitoksen merituuliennusteet, jotka ennustivat tuulta kuuden tunnin välein. Koska jäämallin

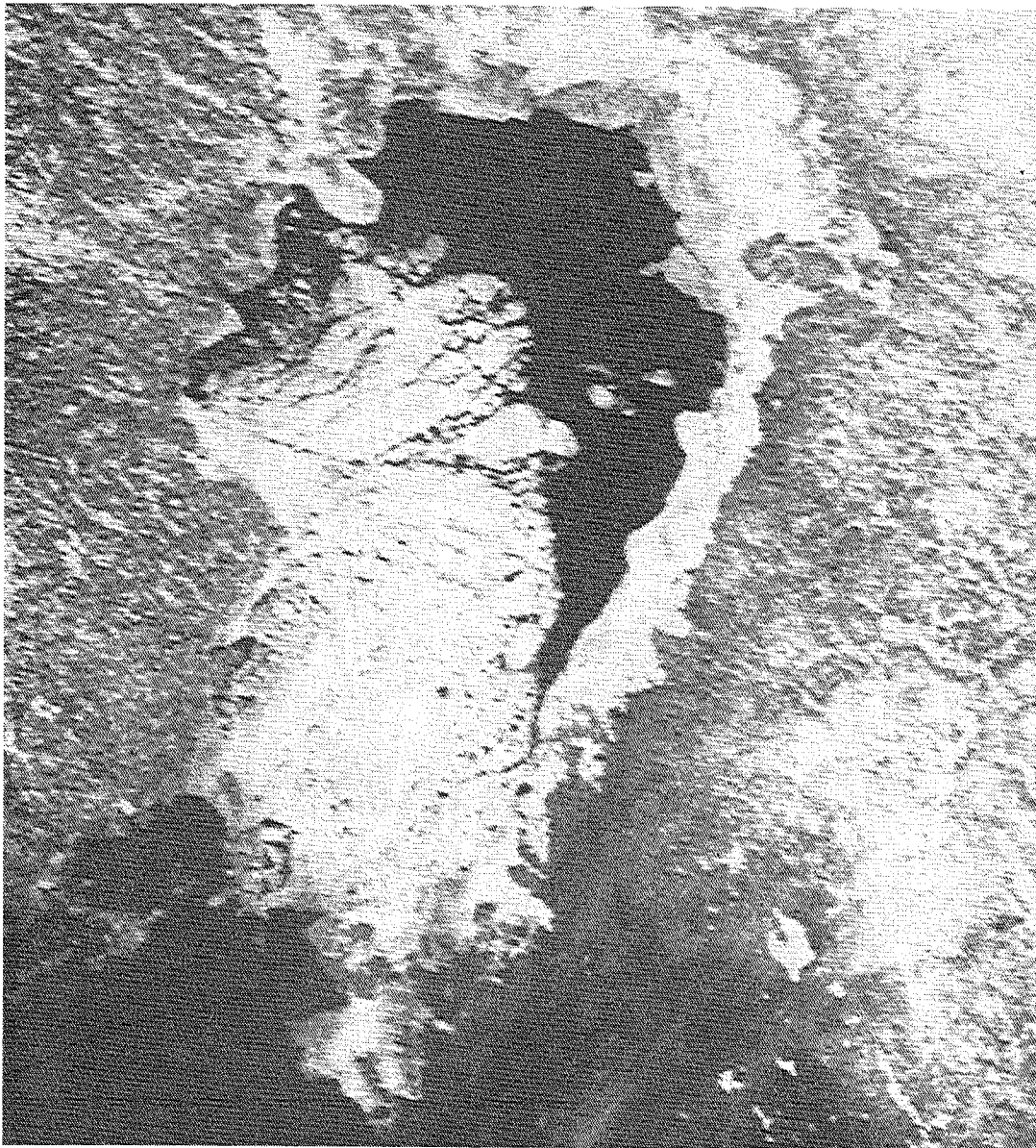
ennustetarkkuus oli voimakkaasti sidoksissa tuuliennusteiden osuvuuteen, ei jääennusteen tarkkuus ollut aina paras mahdollinen. Myöhemmin malliin lisätty vedenkorkeusennuste paransi joissakin tilanteissa tarkkuutta (Leppäranta 1981a). Päävaikeutena mallissa oli, ettei se pystynyt tarpeeksi tarkasti simuloimaan luonnon tapaa liikuttaa suuria jääkenttiä yhtenäisinä massoina vaan käsitteli niitä hilakonsentraatioina, joten railon leveydet olivat mallissa todellista pienempiä ja konsentraation muutokset jääkentässä todellista loivempia. Tämä johti siihen, että jääpalvelun päivystäjä joutui käyttämään jokaisena iltapäivänä tunteja saattaakseen mallin alkutilanteen ajan tasalle. Asiasta vitsailtiin sanomalla etelätuulella mallin *yleensä* kuljettavan jäitä pohjoiseen.

Oma NOAA-asema

Ajatus oman satelliittikuvien vastaanottolaitteiston hankinnasta tuli esille vuonna 1977, jolloin aloitettiin suunnittelu ja kartoitus Merentutkimuslaitoksen, Ilmatieteen laitoksen ja Valtion teknillisen tutkimuslaitoksen kesken. Oman aseman saantia pidettiin Merentutkimuslaitoksen kannalta niin tärkeänä, että ylijohtaja Aarno Voipio ja fysiikan osaston johtaja Pentti Mälkki olivat valmiit järjestämään rahoituksen laitoksen niukasta budjetista. Lopulta rahoitus kuitenkin järjestyi valtion lisäbudjetin osana. Selvityksessä päädyttiin TIROS-N / NOAA-sarjan satelliitteihin, joiden hyvinä puolina pidettiin kohtuullista erottelukykyä (parhaimmillaan 1.1 km), rataperiodia (kahdella satelliitilla molemmilla ainakin kaksi käyttökelpoista ylitystä vuorokaudessa), n. 2500 km leveää kuvauskaistaa sekä monikanavaisuutta (5 kanavaa). Erityisesti käytössä oli infrapunakanavien antamat tiedot, joita tarvittiin talven hämäryyden aikaan ja öisin. Infrapunakanavilla saatuja tietoja voitiin käyttää myös meriveden pintalämpötilan seuraamiseen.

Erilaisten vaiheiden jälkeen sekä Merentutkimuslaitos että Ilmatieteen laitos tilasivat satelliittikuvien vastaanottoasemat VTT:ta. Jääpalvelu otti aseman operatiiviseen käyttöön keväällä 1981. Vastaanottoasema tarvitsi noin kolme metriä halkaisijaltaan olevan antennin jalustoineen MKH:n toimitalon katolle. Rakennus oli kuitenkin suojeltu, joten Grönvall joutui Museoviraston edustajan kanssa edeltäkäsien tarkastamaan antennin paikan. Museoviraston lausunto oli myönteinen. Antennin painavan jalustan kuljetti katolle Utista vartavasten lentänyt helikopteri.

Hyvin nopeasti huomattiin aseman käytössä hankaluuksia: rataennustetiedot laskettiin taskulaskimella ja naputeltiin käsin vastaanottoasemalle ennen jokaista satelliitin ylitystä. Lisäksi saatiin vain reaaliaikainen kuva piirturista, jonka vuoksi sekä vastaanottoaseman rutiinikäyttö että piirturin huolto veivät kohtuuttomasti aikaa. Seuraavana talvena asemaan hankittiin instrumenttinauhuri, jolla ylitykset voitiin nauhoittaa ja tulostaa kuvana jälkepäin. Tämä mahdollisti myös öisten ylitysten seuraamisen. Seuraavan talven parannus oli hankalan rataennustelaskun ja aseman käyttöliittymän siirto mikrotietokoneen tehtäväksi. Jälleen seuraavana talvena asemaa parannettiin tuomalla erilaisia suurennosohjelmia tietokoneelle ja hankkimalla värimonitori mustavalkoisen monitorin rinnalle. Mustavalkoinen kuva on käyttökelpoisempi jäitä havainnoitaessa, ja värillinen soveltuu paremmin infrapunakanavalla mitattujen pintaveden lämpötilojen tutkimiseen. Kaikkien parannusten jälkeenkin tämä satelliittikuvien vastaanottolaitteiston halpaversio oli hankalakäyttöinen, eikä sillä saatuja satelliittikuvia voitu oikaista, vaan kuvat olivat geometrisesti vääristyneitä. Satelliittikuvien antamien tietojen siirto jääkarttoihin tehtiin manuaalisesti, jolloin päivystäjällä oli aikamoinen työ laskea taskulaskimella kuvanoikaisuja eri merialueille. Erittäin hyvää aikaisempaan verrattuna satelliittiasemassa oli tietojen saannin nopeus jääpalvelun käyttöön. Aikaisemminhan saatiin käyttöön Ilmatieteen laitokselta aamuyön tai edellisen päivän kuvia. Uuden vastaanottimen avulla satelliittien antamat tiedot olivat päivystäjän käytössä jo noin kymmenen minuutin kuluttua satelliitin ylityksestä. Lisäksi kuvien laatu parani merkittävästi. Ilmatieteen laitoksen suttuiset ruskeasävyiset paperikopiot tuntuivat joskus esittävän tanssivia lapamatoja.



Kuva 47. NOAA-6 satelliitin infrapunakanavan kuva Perämereltä 15.4.1983. Jää näkyy vaaleana ja avovesi mustana. ESSAn kuviin verrattuna laadun parantuminen oli melkoinen.

Uusi karttasymboliikka ja jääkoodi

1980-luvun alussa tuli käyttöön myös uusittu Itämeren jääkoodi, jossa vanha kolminumeroinen koodi korvattiin uudella nelinumeroisella.

Vanha kolminumeroinen koodi oli otettu käyttöön vuonna 1954 ja se palveli tarkoitustaan 27 vuotta. Kuitenkin varsinkin ajanjakson lopulla oli tapahtunut suuria muutoksia: meriliikenne oli laajentunut ympärivuotiseksi, uusia havaintometodeja oli tullut käyttöön ja kansainvälisellä tasolla uusia koodeja ja määrittelyjä oli otettu käyttöön. Kahdennessatoista Itämeren merijääkokouksessa (Baltic Sea Ice Meeting) Norrköpingissä, Ruotsissa vuonna 1977 päätettiin kehittää uusi Itämeren jääkoodi. Koodi viimeisteltiin seuraavassa kokouksessa Gdanskissa, Puolassa vuonna 1979 ja se otettiin käyttöön talvella 1981/82.

Taulukko 4. Vuoden 1981 jääkoodi.

Vuoden 1981 jääkoodi

1. numero = Merijään määrä ja koostumus

0	Ei jäätä
1	Avointa, jään määrä on vähemmän kuin 1/10
2	Hyvin harvaa ajojäättä, jään määrä on 1/10-pienempi kuin 4/10
3	Harvaa ajojäättä, jään määrä on 4/10-6/10
4	Tiheää ajojäättä, jään määrä on 7/10-8/11
5	Hyvin tiheää ajojäättä, jään määrä on 9/10-9*/10
6	Yhteenajautunutta ajojäättä sekä yhteenjäätynyttä ajojäättä-10/10
7	Kiintojäättä, ajojäättä ulkopuolella
8	Kiintojäättä
9	Railo tiheässä jäässä tai yhteenajautuneessa jäässä tai kiintojään reunassa
/	Raportointi mahdoton

2. numero = Jään kehityksen aste

0	Uutta jäätä tai jääriitettä (ohuempaa kuin 5cm)
1	Hyvin ohutta jäätä (5-10cm)
2	Ohutta jäätä (10-15cm)
3	Keskipaksua jäätä (15-30cm)
4	Paksua jäätä (30-50cm)
5	Paksua jäätä (50-70cm)
6	Hyvin paksua jäätä (70-120cm)
7	Jää on pääasiassa ohuempaa kuin 15cm, mukana on jonkin verran paksumpaa jäätä
8	Jää on pääasiassa 15-30cm paksua, mukana on jonkin verran paksumpaa jäätä
9	Jää on pääasiassa paksumpaa kuin 30cm, mukana on jonkin verran ohuempaa jäätä
/	Ei tiedoitusta tai raportointi mahdoton

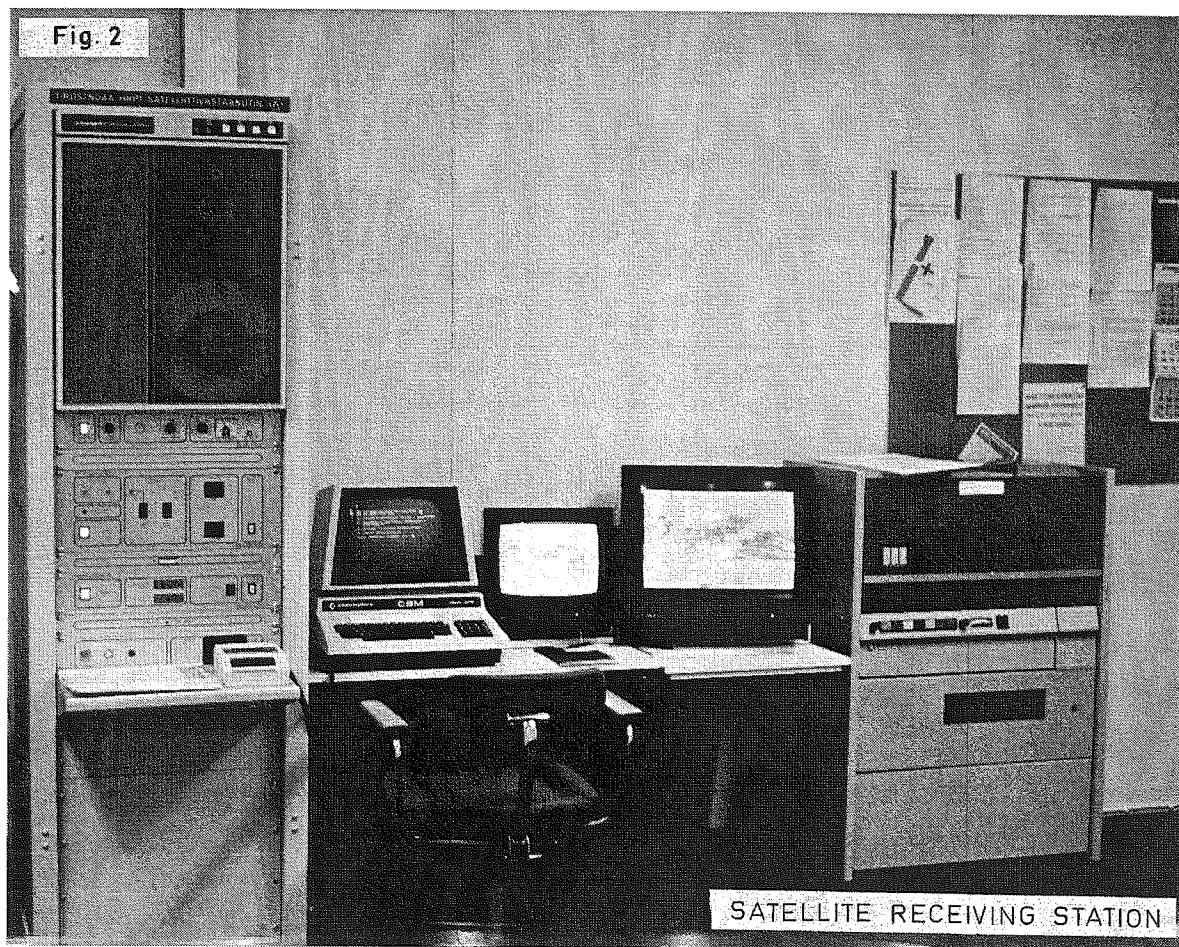
3. numero = Jään laatu ja pinnanmuodostus

0	Lautasjäättä, pikkulauttoja, rikkoutunutta jäät(pienempiä kuin 20m halkaisijaltaan)
1	Pieniä jäälautoja (halkaisijaltaan 20-100m)
2	Keskikokoisia jäälautoja (halkaisijaltaan 100-500m)
3	Suuria jäälautoja (halkaisijaltaan 500-2000m)
4	Laajoja jäälautoja (halkaisijaltaan enemmän kuin 2000m) tai tasaista jäätä
5	Päällekkäin ajautunutta jäätä
6	Yhteenajautunutta lumi- tai jää sohjoa tai yhteenajautunutta rikkoutunutta jäätä
7	Ahtautunutta jäätä
8	Jäässä avopaikkoja (kevällä)
9	Haurasta jäätä
/	Ei tiedoitusta tai raportointi mahdoton

4. numero = Merenkululliset olosuhteet jäissä

0	Merenkulku esteetön
1	Jäävahvistamattomien puualusten merenkulku vaikeaa tai vaarallista
2	Rauta- ja teräsrunkoisten alusten, jotka ovat heikkotehoisia tai jäävahvistamattomia, merenkulku vaikeaa. Jäävahvistettujen puualusten merenkulku ei ole suositeltavaa
3	Merenkulku ilman jäänmurtajan avustusta mahdollista vain vahvarakenteisille voimakastehoisille aluksille, jotka ovat sopivia merenkulkuun jäissä
4	Merenkulku on mahdollista railossa tai murretussa väylässä ilman jäänmurtajan apua
5	Jäänmurtajien apua voidaan antaa vain tietyn kokoisille ja merenkulkuun jäissä sopiville aluksille
6	Jäänmurtajien apua voidaan antaa vain tiettyyn jäämaksuluokkaan kuuluville ja tietyn kokoisille aluksille
7	Jäänmurtajien apua voidaan antaa vain erityisen luvan perusteella
8	Meriliikenne on tilapäisesti pysähtynyt
9	Meriliikenne on keskeytynyt
/	Tuntematon

Lähde: SMHI 1981.



Kuva 48. NOAA-kuvien vastaanottolaitteisto. Vasemmalla ohjausyksikkö ja instrumenttinauhuri, rataennusteiden laskuun käytetty tietokone, kaksi monitoria ja äärimmäisenä oikealla kuvapiirturi.

Uusi koodi oli nelinumeroinen, jossa ensimmäinen numero edusti merijään määrää ja koostumusta, toinen numero jään kehityksen astetta, kolmas jään laatua ja pinnanmuodostusta ja neljäs numero edusti merenkulullisia olosuhteita jäässä (SMHI, 1981).

Samana vuonna otettiin käyttöön myös WMO:n uusi kansainvälinen karttasymboliikka. Karttasymboliikka oli kompromissi arktisten alueiden ja Itämeren jäiden välillä.

Vanha karttasymboliikka oli rakentunut "taiteellisemman" näkemyksen mukaan siten, että käyttäjä pystyi symboliselyksiä lukemattakin hahmottamaan jäätilanteen. Samoin periaatteessa jokainen jääalue ja jopa -lautta oli piirretty erikseen. Uusi karttasymboliikka painottui arktisten alueiden tapaan jääalueiden rajojen määrittämiseen ja jääalueiden sisäinen rakenne oli suuripiirteisempi.

Jääntutkimukset laajenevat

Vuoden 1979 jääntutkimusmatkalla keskityttiin jäälautojen kiertymisen ongelmiin. *Aranda* oli kiinnittyneenä Kalajoen edustalla vahvaan jäälauttaan, jonka ympärillä oleville jäälautoille oli asennettu prismaheijastimia. Prismojen etäisyys ja kulma mitattiin määrääjain laser-geodimetrim avulla. Saadakseen selville laivan tarkan paikan oli jäälle asennettu transpondereita, joiden paikkoja mitattiin *Arandalta* ja Ulkokallalta.

Retkeen liittyi dramaattinen päätösnäytelmä. Kesken yötä nousi ennustamaton voimakas tuuli, joka rikkoi jääkentän palasiksi. Samalla menetettiin osa kalustoa, mm. säämasto ja useita virtausmittareita. *Aranda* joutui kutsumaan jäänmurtajan apuun jäiden puristaessa laivaa voimakkaasti. Ulkokallan ja mantereen väliin avautui railo, jolloin majakkasaarella olleet kaksi tutkijaa jouduttiin pelastamaan helikopterilla.

Seuraava suuri tutkimusmatka suuntautui arktiselle alueelle, jossa YMER-80 -nimisellä ruotsalaisella tutkimusmatkalla olivat mukana Palosuo ja Leppäranta. Matka tehtiin ruotsalaisella jäänmurtaja *Ymerillä*. Matkan aikana suomalaiset mm. mittasivat laserilla ahtautumien purjeiden korkeuksia ja jakautumaa sekä tutkan avulla ahtautumavallien jakaumaa. (Palosuo & Leppäranta 1982. Leppäranta & Palosuo 1987).

Ymerillä kokeiltu tekniikka siirrettiin tämän jälkeen Perämeren tutkimuksiin, jossa *Sisusta* ja *Urhosta* käsin saatiin kartoitettua ahtautuma-alueita. Työ kesti useita vuosia ja antoi ahtautumista tietoa jäänmurtajien käyttämällä reiteillä. (Leppäranta & Palosuo 1983).

Keväällä 1983 tehtiin Perämerelle kenttämätka, jossa käytettiin lentokonetta ja helikopteria jääkentän mahdollisimman tarkkaan kartoitukseen. Samaan aikaan otettiin vastaan runsaasti NOAA AVHRR-satelliittikuvia. Tarkoituksena oli selvittää, miten paljon satelliittikuvista oli mahdollista saada havaintoja erilaisten jääalueiden paikasta ja rakenteesta. Tutkimusaikana Perämeren perukassa oli laaja railo, joka laajeni länteen päin. Varsinainen yhtenäinen jääkenttä oli rikkoutunut erikokoiseksi lautoiksi. Projektin tuloksena luottamus lisääntyi selvästi satelliittikuvien käyttökelpoisuuteen.

Kenttätutkimusten jälkeen saadut uudet tulokset siirrettiin jäämallin parametreihin, ja voidaan sanoa jäämallin olleen siinä muodossaan valmiina vuonna 1984 (Leppäranta 1984).

Seuraava vaihe jään tutkimuksessa oli tutkia mesoskaalassa ilman, meren ja jään vuorovaikutusta jään reunassa. Tätä varten Yhdysvallat järjesti MIZEX -tutkimusmatkoja (Marginal Ice Zone Experiment). Tutkimuksiin osallistui myös Leppäranta (esim. Leppäranta & Hibler 1985. 1987). MIZEXin jälkeen jään dynamiikan tutkimukset jatkuivat Suomessa, jossa keskityttiin tutkimaan jään kuormitusvoimia

sekä mesoskaalassa meren ja jään välistä vuorovaikutusta (Leppäranta et al. 1989). Toinen kiinnostuksen kohde oli jäävalliin tutkimukset (Leppäranta & Hakala 1989).

Muu jääpalvelua tukeva tutkimustoiminta

Paitsi kenttäkokeita jääpalvelutoiminta tarvitsee tuekseen myös muuta tietoa. Vuosittaiset jäättilastot ovat eräs näistä, ja niitä on julkaistu aina Merentutkimuslaitoksen perustamisesta lähtien. Jäättilastoja on käytetty myös esimerkiksi ilmastomuutoksen toteamiseen. Vuonna 1985 Leppäranta ja Seinä (1985a, 1985b) julkaisivat Itämeren koskevan muutosanalyysin, jonka mukaan viimeisen sadan vuoden aikana jäätalvi on kaikkialla lyhentynyt ja jään suurin vuotuinen paksuus on pienentynyt kaikilla merialueilla, paitsi Perämerellä, jossa jään paksuus on kasvanut. Tutkimuksessa ei otettu kantaa ilmastomuutoksen syihin. Kaupungistumisen vaikutus eliminointiin käyttämällä myös ulompana sijainneiden asemien tietoja.

Toinen tilastollinen työ oli vuosia kestänyt projekti selvittää Itämeren merijäiden levinneisyys, laatu, ahtautuneisuus ja paksuus mukaan lukien myös ulkomeren alueet. Tavanomaisissa tilastojulkaisuissa on kerätty materiaalia vain kiintojääalueilta, mutta ulkomeren tiedot ovat puuttuneet. Työ tehtiin jakamalla Itämeri 15 x 15 mpk:n suuruisiin ruutuihin ja koodaamalla jokaiseen ruutuun meriveden pintalämpötila ja jään laatu, ahtautuneisuus, paksuus jne. Projekti tehtiin suomalais-ruotsalaisena yhteistyönä siten että molemmat ottivat käsiteltäväkseen yhtä monta talvea. Jääkoodina käytettiin työtä varten kehitettyä BASIS-koodia (Udin et al. 1981). Projekti alkoi vuonna 1974 ja ensimmäinen koodattu talvi oli 1960/61. Ensimmäiset tulokset julkaistiin kartastona vuonna 1982 (SMHI & FIMR 1982).

Toinen BASIS-tietokantaa hyödyntävä tutkimus julkaistiin vuonna 1988 (Leppäranta et al. 1988). Tutkimuksessa käytettiin hyväksi Jurvan (1937) kehittämää menetelmää jakaa jäätalvi vaiheisiin. Jään reuna etenee hypähdyksittäin siten, että ensin jäätyvät matalammat vedet ja viimeksi syvimmat alueet. Jurva jakoi talven 30 vaiheeseen, mutta uudessa tutkimuksessa vaiheiden määrä pudotettiin kahteenkymmeneen. Huomion arvoista kartastossa on, että ensimmäistä kertaa pystyttiin julkaisemaan laskelmia jääpeitteen kokonaismassasta.

Useita muitakin pienempiä tutkimuksia ja selvityksiä jääpalvelua varten on tehty, ja tässä voitaneen mainita niistä eräs. Niin kummalliselta kuin saattaa kuulostaakin, kunnollista jääterminologiaa ei ollut suomeksi ennen 1980-lukua. Jääpalvelulla oli tosin käytössään käsikirjoitettuja versioita sanaluetteloista, joissa oli termejä suomeksi, ruotsiksi, englanniksi, saksaksi ja venäjäksi. Maailman ilmatieteellinen järjestö (WMO) oli julkaissut monikielisen jäänimistön jo vuonna 1970. Koska tarvetta oli kirjavan terminologian karsimiseen, ryhtyivät jääpalvelun tutkijat kääntämään WMO:n termejä suomeksi. Työ oli ajoittain vaikeaa, koskivathan termit paitsi merijäätä myös monivuotista jäätä ja maasyntyistä jäätä. Toinen haitta oli, etteivät suomalaiset tietosanakirjat tuntuneet tunnevan merijäätä juuri ollenkaan. Kotimaisten kielten tutkimuskeskuksen avulla terminologia kuitenkin valmistui (Grönvall et al. 1987). Vaikka termit olivatkin tarkkaan harkittuja, ei voitu välttää tunnekuohuja - kaikilla ihmisillä tuntui olevan vahvat mielipiteet termien osuvuudesta.

Satelliittikuvia jäänmurtajille

VTT, merenkulkuhallitus ja Merentutkimuslaitos tutkivat vuodesta 1985 alkaen mahdollisuutta siirtää nopeasti digitaalisia satelliittikuvia jäänmurtajille. Samana vuonna onnistuttiin kokeilussa siirtää Tromssassa vastaanotettuja kuvia jäänmurtaja *Sisulle*. Kokeen onnistuttua alettiin kehittää järjestelmää, jossa kaikille jäänmurtajille olisi mahdollista välittää tosiaikaisia satelliittikuvia

(Mäkisara et al. 1990). Jo 1980-luvun alussa oli yritetty lähettää telekopiolaitteilla kuvia, mutta tulosten laatu oli heikko ja kokeiluista luovuttiin.

1990-luvun alussa asennettiin kaikkiin jäänmurtajiin Vax-keskustietokoneet, joiden kautta jäänmurtajat voivat olla yhteydessä merenkulkuhallituksen keskustietokoneeseen. Jokaiseen jäänmurtajaan asennettiin myös MacIntosh-pohjainen satelliittikuvienkäsittelyohjelmisto.

Samaa aikaan ruotsalaiset kehittivät IRIS-järjestelmän, jolla jäänmurtajat pystyivät olemaan tietokonepohjaisen järjestelmän välityksellä yhteydessä keskenään ja liikenteen johtoon. Suomalainen osapuoli pääsi osalliseksi työn hedelmistä maksamalla kehityskustannuksista puolet. Järjestelmässä sekä suomalaiset että ruotsalaiset jäänmurtajat oli kytketty samaan järjestelmään. Järjestelmä korvasi aikaisemman telex-pohjaisen yhteydenpidon, ja sillä saavutettiin huomattavia taloudellisia säästöjä. Samalla systeemiin liitettiin myös tosiaikainen meriliikenteen seuraamisjärjestelmä.

Käytännössä Ilmatieteen laitoksella vastaanotetut satelliittikuvat oikaistiin geometrisesti, ja niistä leikattiin Itämeren osuus. Leikattu kuva siirrettiin merenkulkuhallituksen keskustietokoneeseen. Tämän jälkeen kuvien käyttökelpoisuus arvioitiin, ja jos se oli tyydyttävä, Itämeren kuvasta leikattiin pienempiä osia, jotka lähetettiin pakattuina MKH:n keskustietokoneen ja NMT-linjojen kautta jäänmurtajille. Aluksi jääpalvelun päivystäjät arvioivat kuvien käyttökelpoisuutta ja joku MKH:n henkilöstöstä teki leikkauksen ja lähetyksen edelleen. Järjestely ei kuitenkaan toiminut tarpeeksi nopeatahtisesti MKH:n henkilöjärjestelyjen vuoksi.

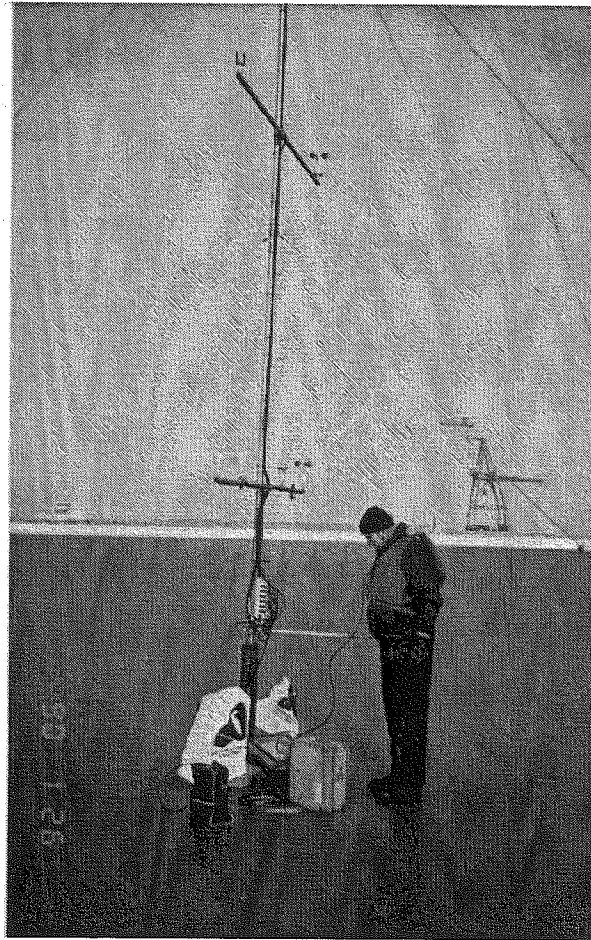
Kiina-yhteistyö ja uusi jäämalli

Kiinan kansantasavallan kanssa aloitettiin merijää tutkimuksen yhteistyö 1980-luvun lopulla. Kiinan pohjoisosassa sijaitsee noin Selkämeren kokoinen merenlahti, joka jäätyy vuosittain. Tämä Bohainmeri on kaupallisesti tärkeä ennen kaikkea öljynporauksen vuoksi. Koska poraustornit sijaitsevat meren päällä, jäiden liikkeen seuranta ja ennustaminen on tärkeää.

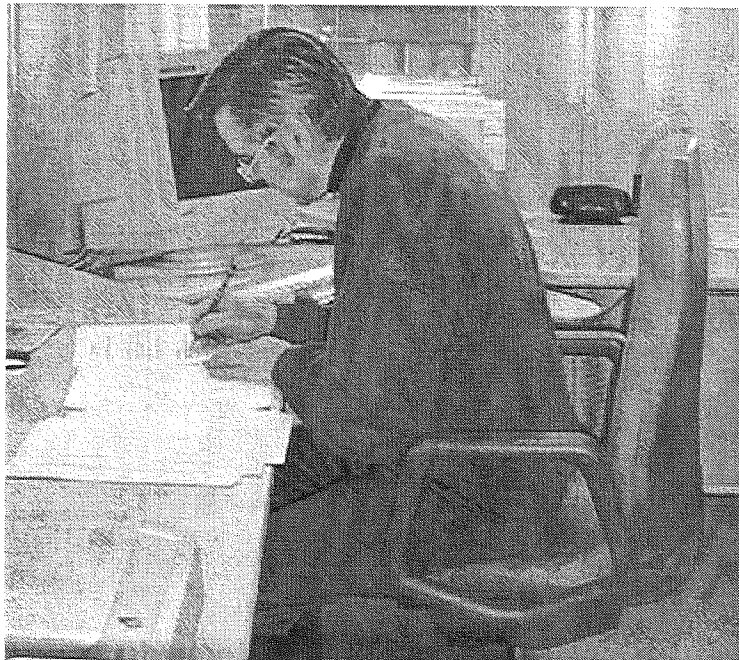
Vuonna 1989 Grönvallin ja Leppärannan Kiinan vierailun yhteydessä sovittiin aloitettavaksi yhteistyö jää tutkimuksen alalla. Vuotta aiemmin Merentutkimuslaitoksella vieraili kaksi kiinalaista tutkijaa, professorit Wu (Pekingistä) ja Wang (Dalianista), kolmen kuukauden ajan.

Vuoden 1990 alussa järjestettiin Kiinassa kuukauden kestävä kenttämätka, jonka aikana pyrittiin mittaamaan Bohainmeren jääoloja pienen Bayuquangin kaupungin edustalla. Suomesta projektiin osallistuivat Ari Seinä ja Henry Söderman. Suomalainen osapuoli toimitti myös käytännössä kaikki mittausvälineet, joita olikin yli 400 kiloa. Projekti oli kiinalaiselle osapuolelle ensimmäinen merijääntutkimusprojekti, ja siksi aiheutti erinäisiä "kommervenkkeja" kentällä. Värikkäiden vaiheiden jälkeen projekti kuitenkin onnistui suurimmaksi osaksi tavoitteissaan (Seinä et al. 1991). Vuoden lopulla kaksi kiinalaista tutkijaa vieraili tulosten käsittelyn merkeissä Merentutkimuslaitoksella.

Jäämalli-projekti sen sijaan onnistui hyvin (Wu & Leppäranta 1990). Useina vuosina kiinalaisia tutkijoita vieraili Suomessa rakentamassa mallia ja suomalaisia tutkijoita puolestaan Kiinassa. Ensimmäiset tosiaikaiset testitulokset ajettiin talvella 1994. Tällöin kiinalainen vierailija, maisteri Bai, ahkerasti testasi mallia päivittäin usean kuukauden ajan ja tulokset olivat rohkaisevia (Bai et al. 1994).



Kuva 49. Jääntutkimusta Bohainmerellä talvella 1990: Ari Seinä ei käy sähköllä vaan lämmittää jäätynyttä anturia.



Kuva 50. Simo Kalliosaari laatii jääennustetta.

Tutkasatelliitit tulevat mukaan

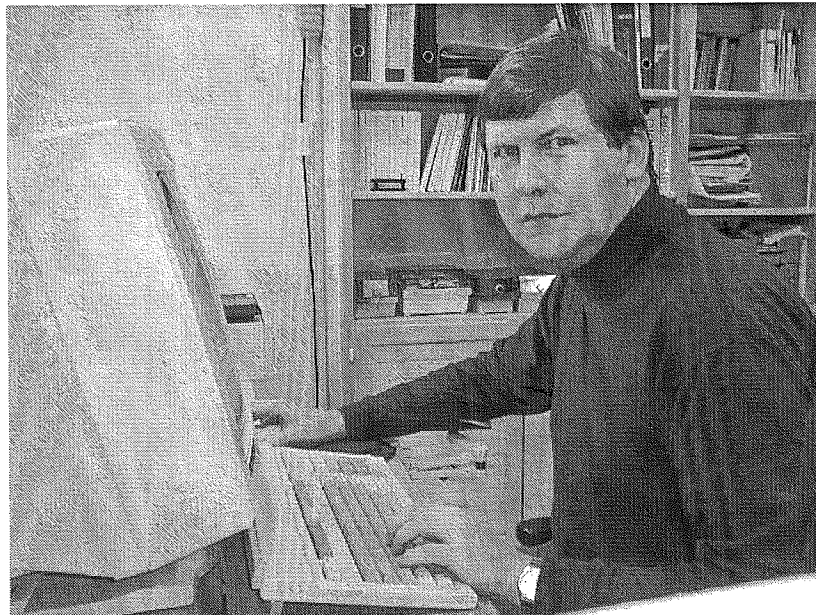
Kun Euroopan avaruusjärjestö, ESA aloitti suunnitelmat tutkimussatelliitti ERS-1:n lähettämisestä, jääpalvelussa oltiin innoissaan, koska ensi kertaa saataisiin säästä tai ainakin pilvisyydestä riippumattomia tutkakuvia jäistä. Toisaalta oltiin uusien haasteiden edessä, sillä piti kartoittaa tutkakuvien käyttökelpoisuus, perustuuhan tutkan "kuva" kohteen sähkömagneettisiin ominaisuuksiin.

Asiaa valmisteltiin järjestämällä vuonna 1987 laaja esitutkimusohjelma SAR-tutkan mahdollisuuksista jääkartoituksessa (Thompson & Leppäranta 1987. Leppäranta & Kuittinen 1987). Vuonna 1988 järjestettiin varsinainen kokeilu lähinnä Perämerellä, johon osallistui suuri joukko sekä suomalaisia että ulkomaalaisia tutkijoita. Tämän BEPERSin nimellä kulkevan projektin aikana muun muassa kuvattiin jäätä lentokoneeseen asennetulla SAR-tutkalla (Synthetic Aperture Radar). Instrumentti oli samantapainen kuin myöhemmin satelliittiin asennettu. Jo 1980-luvun alussa SAR-tutkalla varustettu kanadalainen lentokone oli tehnyt esittelylentoja Perämerellä suomalaisille ja ruotsalaisille asiantuntijoille. Saadut tulokset olivat erinomaisia, mutta hankkeen kalleuden vuoksi järjestelmää ei otettu koskaan käyttöön.

BEPERS-kokeilut onnistuivat hyvin, ja niistä voitiin päätellä jäiden erottuvan melko hyvin SARilla (Leppäranta & Thompson 1990).

Ensimmäiset ESAn tutkimussatelliittin ERS-1:den ottamat kuvat tulivat jääpalvelun käyttöön talvella 1992. SAR-kuvia voitiin hyödyntää lähes reaaliajassa. Koska pilvisyydestä ei tutkakuville ole haittaa, olivat tutkakuvat erittäin käyttökelpoisia erityisesti matalapaineaktiivisuuden aikana. Käytettyjen ERS-kuvien erottelutarkkuus oli 100 m, ja verrattuna NOAA-kuvien 1.1 km:in erottelutarkkuuteen parannus oli melkoinen. Osa SAR-kuvista siirrettiin jäänmurtajille (Seinä & Grönvall 1994).

Varsinaiset kokeilut ERS-1:n kuvien käyttökelpoisuudesta tehtiin talvilta 1993 ja 1994. Ensimmäisenä talvena saatiin 30 kuvaa, joista noin 20 toimitettiin jäänmurtajille. Talvella 1994 kuvien määrä nousi peräti yli 140:n, joista noin 40 toimitettiin jäänmurtajille. Molempina talvina järjestettiin laajat kenttätutkimukset Pohjanlahdella ja Suomenlahdella tutkimusalus *Arandalta* käsin.



Kuva 51. Jouni Vainio analysoi satelliittikuvia.

SAR-kuvien käyttökelpoisuudesta jääpalvelutoiminnassa ilmestyi useita tutkimuksia: Herland et al. 1994, Seinä & Grönvall 1994, Grönvall & Seinä 1994 ja Seinä et al. 1995. Niiden mukaan tutkakuvia voitiin käyttää menestyksekkäästi jääkartoitukseen. Vaikeuksia esiintyi leutoina talvina, jolloin osassa kuvia esiintyi tulkintaongelmia. Koska kyseessä oli tutkimussatelliitti, ei sitä oltu suunniteltu operatiiviseen käyttöön. SAR-kuvien prosessointi vei myös joitakin tunteja. Suurin operatiivisuuden puute oli kapea 100 km:n levyinen kuvauskeila ja rataperiodien heikkous. Kuitenkin ERS-kuvista tuli osa operatiivista jään kaukokartoitusta: sekä jääkarttojen laadinnassa että jäänmurtaajien operatiivisessa työskentelyssä SAR-kuvat ovat puutteistaan huolimatta osoittautuneet tuiki tarpeellisiksi. Jäänmurtaajat ovat voineet käyttää SAR-kuvia suunnitellessaan uusia reittejä kauppa-alusten avustuksessa.



Kuva 52. ERS-1 satelliitin SAR-kuva 14.03. 1994 Kaskisten edustalta. Oikealla näkyy maa vaalean harmaana, siitä vasemmalle on mustana näkyvä kiintojää, edelleen vasemmalle on vaaleampana näkyvä hyvin tiheä ajojää ja sen reunassa lähes valkoisena sohjovyö. Laaja alue kuvan keskeltä alaspäin on avovettä ja siinä olevat pilkut ovat ajojääalueita. © ESA/TSS 1994.

Jääkartan piirto tietokoneelle

Vuonna 1992 jääpalvelu alkoi saada digitaalisia NOAA-kuvia Ilmatieteen laitokselta datakaapelia pitkin. Satelliitit kuvat olivat nyt ensimmäistä kertaa geometrisesti oikaistuina, joten hankala manuaalinen oikaisulaskutoimitus jäi pois. Uusi järjestelmä mahdollisti suuremman kuvamäärän. Kun vanhalla vastaanottoasemalla pystyi nauhoittamaan vain yhden yökuvan, nyt oli mahdollista saada käyttöön kaikki satelliittien ylitykset.

Jo ennen tätä oli aloitettu kartoitus ja suunnittelu jääkartan piirtämisen siirtämiseksi tietokoneelle. Saksan jääpalvelulla oli ollut 1980-luvulta alkaen käytössään jääkartanpiirto-ohjelmisto. Ohjelmisto tosin oli kovin kömpelö, ja jokainen kartta piti aloittaa alusta, joten vanhaa tietoa ei voinut käyttää apuna piirrettäessä uutta karttaa.

VTT:lta tilattiin selvitys ohjelmistosta ja laitteistoista. Selvityksen jälkeen laite- ja ohjelmistovalmistajilta tilattiin tarjoukset, joista valittiin Hewlet Packardin ja VTT:n tarjoukset. Ohjelmiston tilaushinnaksi sovittiin noin 1/4 milj. markkaa ja toimitusajaksi vuoden 1993 alkupuoli. Toimittajalla oli kuitenkin suuria ongelmia ohjelmiston tekemisessä, ja niinpä ohjelmisto saatiin koekäyttöön vasta myöhäistalvella 1993. Useiden lastentautien parantelu ja testiajot veivät niin kauan aikaa, että varsinaiseen rutiinikäyttöön päästiin vasta tammikuussa 1994. Mainittakoon tässä, että ohjelmiston kehittämisen onnistuminen oli MTL:n jääpalvelun ideoinnin, asiantuntemuksen ja testauksen tulos.

*Icemapi*ksi kutsutussa ohjelmistossa oli useita edistyneitä piirteitä. Ensinnäkin sillä pystyi analysoimaan satelliittikuvia jääkarttapohjan päällä. Täten satelliittianalyysi voitiin siirtää suoraan jääkartalle, ja näin välttää mahdolliset mittavirheet. Toinen hyvä puoli oli ERS-kuvien automaattinen haku oikeaan maantieteelliseen paikkaansa. Käyttäjän kannalta oli myös hyvää, että edellistä jääkarttaa voitiin korjaamalla muuntaa ajantasalla olevaksi. Kaikki tämä säästi huomattavasti aikaa.

Myöhemmin sekä Ruotsin että Saksan jääpalvelut hankkivat käyttöönsä tämän VTT:n ja jääpalvelun kehittämän ohjelmiston.

8. OPERATIIVINEN PÄIVITTÄISTYÖSKENTELY TÄNÄÄN

Talvisin, lokakuun puolesta välistä toukokuun lopulle, jääpalvelun tehtävänä on seurata meriemme jäätilannetta. Päivittäinen työskentely tapahtuu keräämällä ja analysoimalla uusin jäätieto. Jäähavainnointi tehdään kolmella tasolla: a) pintahavainnointina, b) helikoptereilla ja lentokoneilla ja c) satelliiteilla.

Pintahavainnointia varten jääpalvelulla on toimiva 30-40 aseman jäähavainnointiasemaverkosto. Asemat sijaitsevat pääasiassa talvisatamien läheisyydessä. Ne havainnoivat alueensa jäätilannetta päivittäin ja mittaavat jään- ja lumenpaksuuden kerran viikossa. Havainnot lähetetään jääpalveluun ainakin kerran viikossa joko postitse tai faksilla. Lisäksi tarpeen mukaan kysytään havaintoja myös satamilta, luotseilta jne. Toinen pintahavainnoinnin lähde on jäänmurtajat, jotka ilmoittavat toiminta-alueensa jäähavainnoista 2-3 kertaa vuorokaudessa. Lukuisat kauppa-alukset ilmoittavat jäähavainnoistaan ollessaan alueella, jolla ei ole jäänmurtajia.

Vuosittain tehdään noin 10-15 jäätiedustelulentoa, jotka kattavat Suomen merialueet. Aikaisemmin lentoja tehtiin lähes viikoittain, mutta satelliittikuvien laaja käyttö on vähentänyt tiedustelulentojen määrää. Vuodesta 1965 alkaen jäänmurtajilla on ollut käytössä helikoptereita. Nykyään Perämerellä on tavallisesti kaksi helikopteria ja Suomenlahdella yksi.

Jääpalvelu käyttää rutiinisti jäähavainnointiin NOAA AVHRR- ja ERS SAR-dataa. AVHRR-dataa on käytössä useita kertoja päivässä ja SAR-dataa muutaman päivän välein.

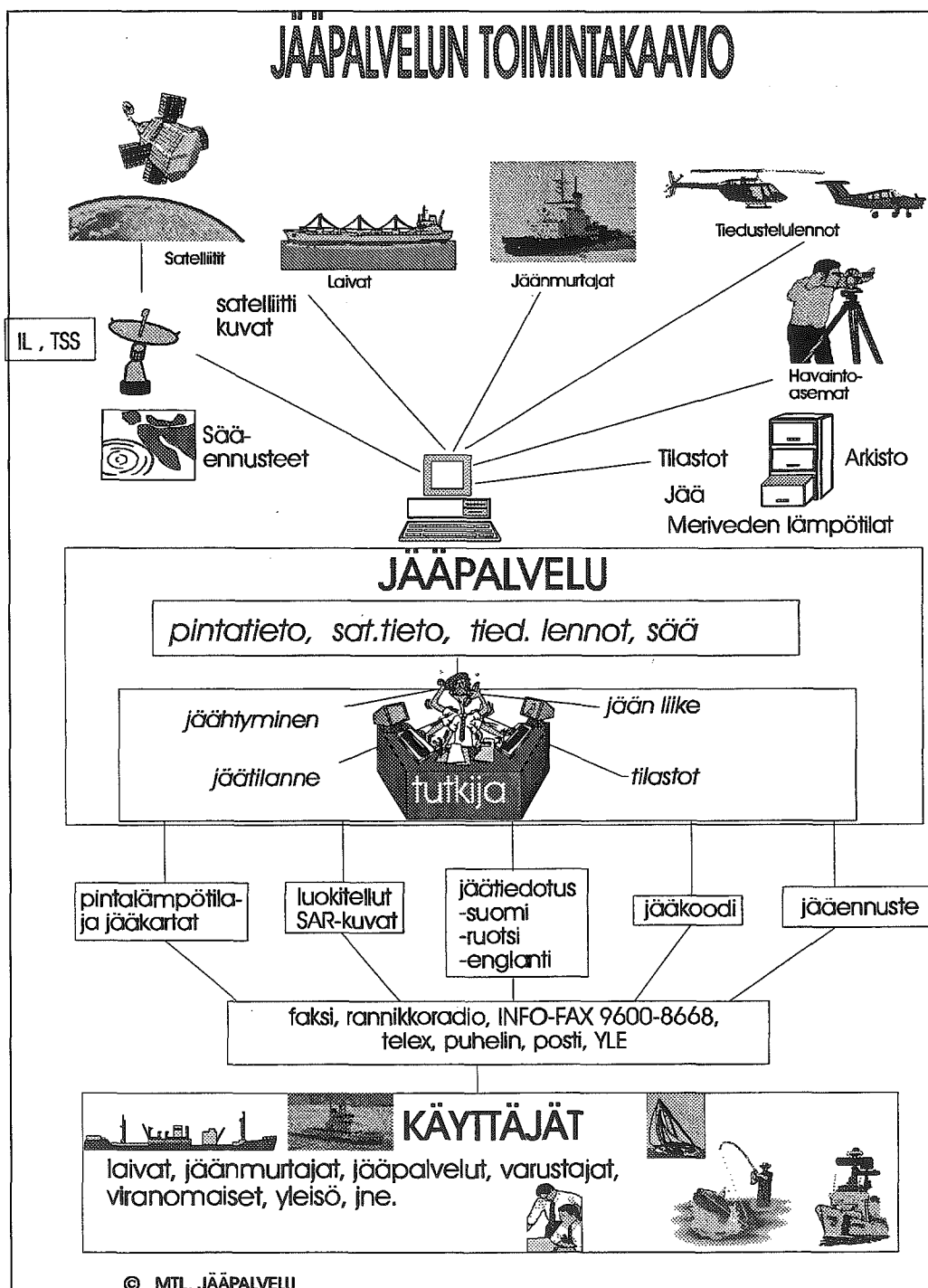


Kuva 53. Icemap-ohjelmisto käytössä. Kuvassa Ari Seinä kertoo puhelimitse Helsingin edustan tarkkaa jäätilannetta. Seinä tuli vuonna 1974 ensin MTL:n tilastotöihin tutkimusapulaiseksi ja on sittemmin toiminut vuodesta 1977 jääpalvelussa.

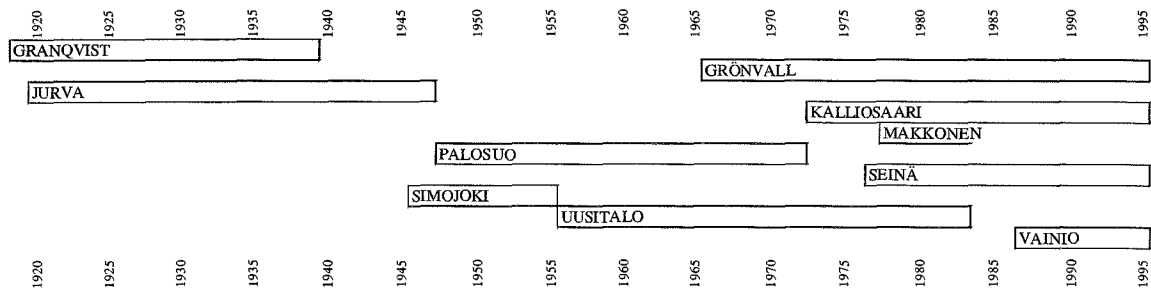
Kerätyn jäätiedon pohjalta laaditaan tuorein jääkartta ja -tiedotukset. Tosiaikaisen jääkartan laatimiseen eri lähteistä peräisin olevan tiedon avulla liittyy joitakin perustavaa laatua olevia vaikeuksia. Jäätilanteiden havainnoinnin välillä on epäjatkuvuuksia, jotka johtavat interpolaatiovaikeuksiin, joten täysin objektiivisia analyysimetodeja ei jääkartoituksessa ole olemassakaan.

Jääpalvelussa työskentelevät tutkijat ovat perinteisesti olleet työssään pitkään (kts. kuva 55). Esimerkiksi Risto Jurva 1910-luvulta 1940-luvun lopulle ja Erkki Palosuo 1940-luvulta 1970-luvun alkuun. Myös nykyiset tutkijat ovat olleet alalla vuosikymmeniä. Jääpalvelutoiminnassa on nähtävissä käytännön sanelemien analyysimetodien siirto sukupolvelta toiselle. Hyvä jäätilanneanalyysi edellyttää ennen kaikkea pitkäaikaisen kokemuksen tuomaa näkemystä jäiden käyttäytymisestä erilaisissa tilanteissa, erityisesti jos havaintojen määrä on suppea. 'Jäänäkemyks' on ollut erityisen tärkeää ennen laajamittaista satelliittitietojen hyväksikäyttöä. Vielä nykyään satelliitit eivät anna tarpeeksi tietoja paksun pilvipeitteen, satelliitin kapean keilan, erottelutarkkuuden tai rataperiodin vuoksi. Myös satelliittikuvien tulkinta on usein vähemmän yksiselitteistä, varsinkin jos pintahavaintoja on niukalti tai tiedon saanti on myöhässä. Usein päivystävän tutkijan on tänäänkin luotettava jäätilannetta kartoittaessaan hyvään ammattitaitoonsa, 'jäänäkemykseensä'.

Yritykset kehittää analyyttisiä metodeja, jotka käyttäisivät hyväksi edistyneitä jäämalleja ja satelliittikuvien luokittelualgoritmeja, eivät yleisesti ottaen ole olleet operatiiviseen käyttöön kovinkaan onnistuneita. Kaikenkaikkiaan uuden jääkartan ja -tiedotuksen laadinta perustuu yksittäisen päivystävän jääpalvelun tutkijan subjektiiviseen analyysiin, jossa entiseen tietoon lisätään uusi tieto.

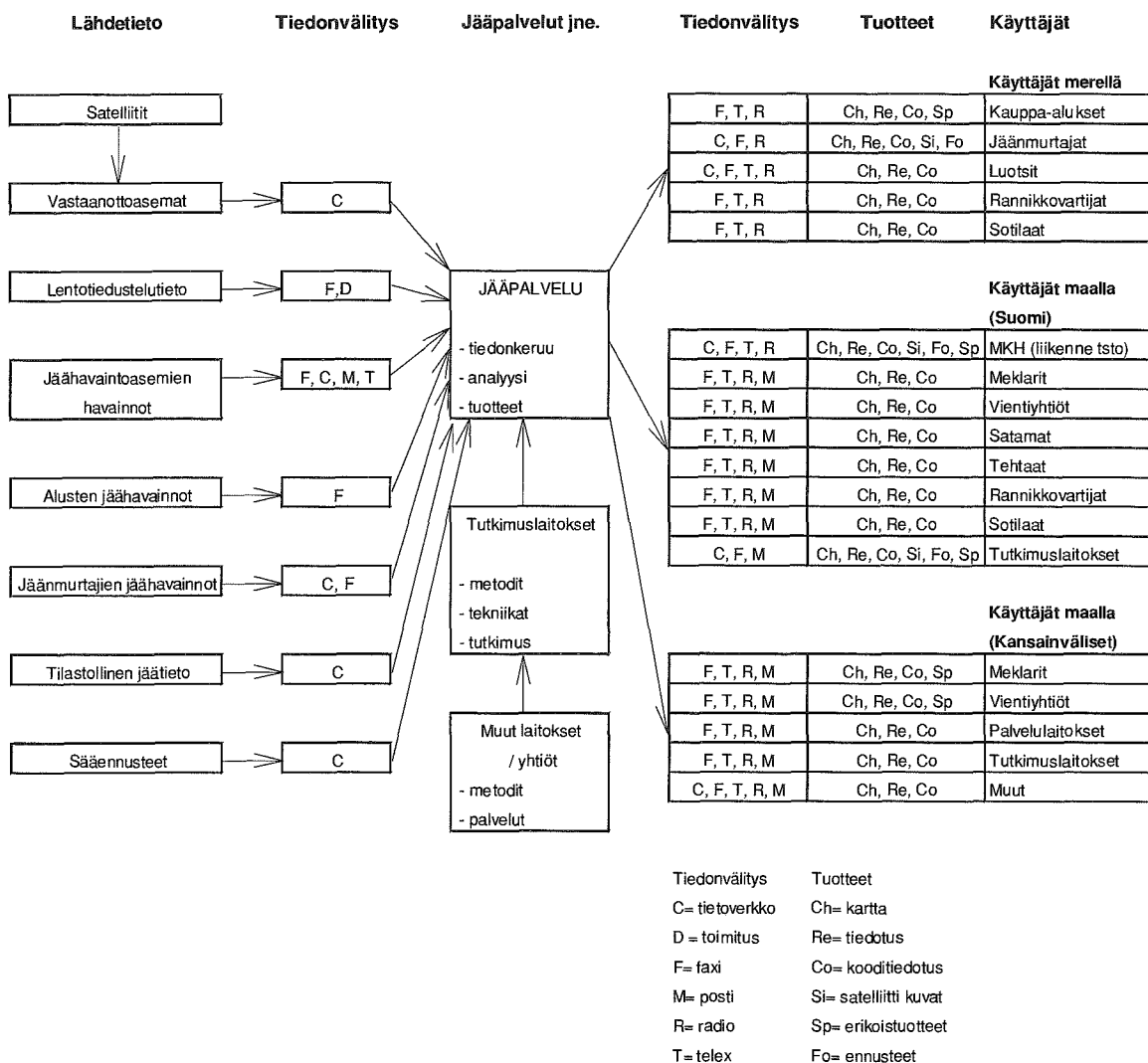


Kuva 54. Jääpalvelun tietovuo. IL = Ilmatieteen laitos, TSS = Tromsø Satellite Station.



Kuva 55. Jääpalvelussa toimineita tutkijoita.

Jääpalvelu lähettää jäänmurtajille pakattuja digitaalisia AVHRR- ja SAR-kuvia. Uusinta jäätietoa ja tuuliennusteita hyväksikäyttäen laaditaan jäänmurtajille jään liike-ennuste seuraavaksi 1.5 vuorokaudeksi. Lisäksi merenkulkuhallituksen liikennetoimistolle laaditaan karkea noin kymmenen vuorokauden pituinen jäätilanteen kehitysennuste.



Kuva 56. Jääpalvelun tietoverkko.

Lopuksi analysoidut tiedot lähetetään käyttäjille. Standardit päivittäistuotteet ovat: suorasanaaen jätiedotus suomeksi, ruotsiksi ja englanniksi, koodimuotoinen jätiedotus, jääkartta, jääennusteet ja pakatut NOAA AVHRR ja ERS SAR-kuvat.

Tosiaikaisen päivystystyön hyvä onnistuminen on riippuvainen nopeista ja toimivista tiedonvälitysjärjestelmistä. Satelliittitietoa saadaan tosiaikaisesti, pinta- ja laivahavaintoja kerätään IRIKSELLÄ (ruotsalais-suomalainen jäänmurtajien tiedonvälitysjärjestelmä), puhelimitse, faksilla ja postitse. Jääpalvelun tuotteet täytyy toimittaa käyttäjille nopeasti puhelimitse, faksilla, telexillä ja radiolla. Jätiedotukset luetaan päivittäin Yleisradiossa ja rannikkoradiossa, jääkartat lähetetään käyttäjille faksilla ja postitse.

Uusin, usein pari kertaa vuorokaudessa päivitetty jääkartta on käyttäjien saatavilla 24 tuntia vuorokaudessa talvella 1994 käyttöön otetun INFO-fax palvelun avulla. Palvelun avulla asiakas voi soittaa omalla faksillaan määrättyyn palvelunumeroon, josta hän voi saada jääkartan tai jätiedotuksen. Tämä on mahdollista myös merellä NMT-puhelimen välityksellä.

Jätiedotukset postitetaan tilaajille arkipäivisin ja jääkartat kahdesti viikossa. Jääpalvelussa vastataan päivittäin suureen määrän puhelimitse tehtyihin kysymyksiin, joiden aiheet käsittelevät laajaa kirjoa pilkkimisestä aina laiva-avustuksiin.

Perinteisesti jätietojen pääkäyttäjinä ovat olleet viranomaiset, laivanvarustajat, meklarit ja kalastajat. Asiakkaiden voidaan sanoa pääasiassa edustavan: rahtausta, jäänmurtoa, merenkulkua yleensä, luotseja, rannikkovartioita, satamaviranomaisia, kalastajia, teollisuutta, sääpalvelua, tiedotusvälineitä ja suurta yleisöä.

Suurin osa käyttäjistä tarvitsee jätietoa päivittäin, mutta myös pidempiaikaista tietoa tarvitaan strategisia suunnitelmia varten.

9. YHTEENVETO

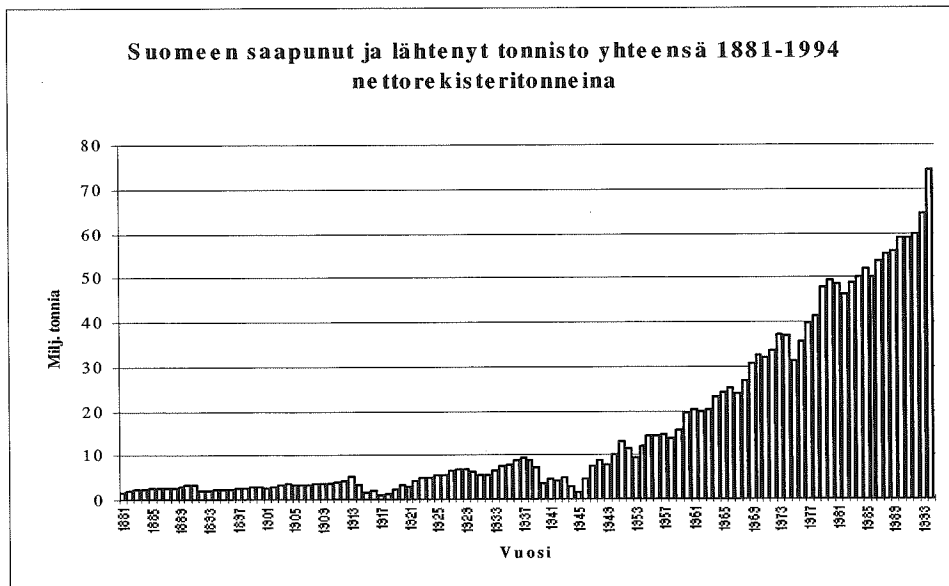
Tarkasteltaessa taloushistoriaa, talvimerenkulun muutoksia, teknistä kehitystä ja merijätutkimuksen kehittymistä voidaan nähdä niiden kulkeneen rinnakkain. Ensimmäisenä virstanpylväänä voidaan pitää Tanskassa 1800-luvulla aloitettua laivoja merijäistä varoittavaa tiedotustoimintaa, joka myöhemmin johti jääpalvelutoiminnan aloittamiseen. Toiseksi 1870-luvun ankarat talvet johtivat ensimmäisten jäänmurtajien suunnitteluun ja rakentamiseen. Toisaalta yleisen eurooppalaisen noususuhdanteen myötä kauppa vilkastui huomattavasti. Suomessa tartuttiin sekä paperiteollisuustuotteiden että voin viennin kasvaessa mahdollisuuteen perustaa ympärivuotinen linjaliikenne Keski-Eurooppaan. Tätä varten kehitettiin ja hankittiin jäässä kulkevia kauppa-aluksia ja niitä avustamaan jäänmurtajia.

Tieteen osuus tuli mukaan 1890-luvulla, jolloin ensin pystytettiin havaintoverkosto merijätietojen keräämiseksi. Hyvin nopeasti tarvittiin jääpalvelutoimintaa myös havaintojen muokkaamiseksi ja yhdistämiseksi, sekä tietojen toimittamiseksi niitä tarvitseville. Merentutkimuslaitoksen otettua vastuun jääpalvelutoiminnasta tuli 1920-luvulta alkaen tärkeäksi tiedotustoiminnan saaminen kansainväliseksi ja tiedon siirtäminen radioteitse merellä oleville aluksille. Tämä oli erityisen tärkeää talviliikenteen nopean kasvun takia. 1930-luvulla lentotiedustelut auttoivat saamaan laajemman kuvan ulkomeren jättilanteista ja jätiedotustoiminta laajeni kattamaan myös merien ulapat.

Talvi- ja jatkosotien aikana tuli esille talvimerenkulun haavoittuvuus; muutaman talvisataman aukipitäminen ei jatkossa riittänyt. Lentotiedustelut kattoivat sotien aikana yhä laajemmat alueet.

Kuva 57. Esimerkki jääkartasta.

Sotien jälkeen tuli meriliikenteen kasvun kautta ajankohtaiseksi talvisatamien määrän lisääminen. 1940-luvun lopulla jääkarttojen tiedot ulotettiin jo Suomen merialueiden ulkopuolelle, eiväthän merijäät katsoneet valtakunnan rajoja. 1950-luvulta lähtien jäänmurtajalaivastoa uudistettiin. Näiden suunnittelua varten jääosastossa tehtiin useita kenttämatkoja, joilla tutkittiin jään ominaisuuksia. Lentotiedustelu oli vilkkainta 1960-luvun alussa, mutta helikoptereiden sijoittaminen jäänmurtajiin ja sittemmin satelliittikuvien saanti vähensivät lentotiedustelujen merkitystä ja määrää. Samalla radiofaksilähetykset takasivat jääkarttojen vastaanottomahdollisuuden myös ulkomerellä.



Kuva 58. Suomeen saapunut ja Suomesta lähtenyt tonnisto yhteensä 1881-1994.

1970-luvun alussa meriliikenne saattoi jatkua myös Perämerellä ympäri vuoden. Perämeren vaikeiden jäiden vuoksi tuli tärkeäksi kehittää matemaattisia jäänliike-ennustemalleja. Toisaalta sekä atk-tekniikka että geofysikaalinen tietämys olivat valmiit vastaanottamaan uuden haasteen. Jälleen jouduttiin järjestämään monipuolisia kenttäkokeita.

1980-luvun alussa oman satelliittikuvien vastaanottolaitteiston myötä jäättilanteiden muutokset tulivat nopeammin käyttäjien tietoon. Matkapuhelinverkon laajennuttua digitaalisia satelliittikuvia voitiin välittää myös jäänmurtajille.

Tutkasatelliittikuvien tullessa käyttöön jouduttiin ensin tutkimaan lumen ja jään sähköisiä ominaisuuksia, koska tutkakuvien tulkinta poikkesi sääsatelliittien vastaavasta. Atk:n mukaantulo jäätiedotustoiminnassa toi myös oman haasteensa jääpalvelun kehitykseen. 1990-luvun alun toinen uutuus oli työasemapohjaisen jääkarttojen piirto-ohjelmiston kehittäminen ja käyttöönotto.

Jääpalvelun historiaa voidaan tarkastella eri näkökulmista. Tässä työssä kirjoittajat ovat pyrkineet tuomaan niistä joitakin esille. Eräs tarkastelun kohde on ollut palvelussa työskennelleiden johtavien tutkijoiden eri näkemykset oman aikansa kehityksen painopistealueista. Näin jääpalvelun historian voisi jakaa Granqvistin, Jurvan, Simojoen, Palosuon ja Grönvallin ajoiksi. Toisaalta on pyritty tarkastelemaan tekniikan, kaupan, meriliikenteen ja tieteen piirissä tapahtuneita muutoksia ja niiden vaikutuksia jääpalvelutoimintaan. Kolmantena näkökulmana on ollut tutkimuksen kiinteä suhde ja voimakas panos käytännönläheiseen jääpalvelutoimintaan. Neljäntenä on pyritty tuomaan esille tutkijoiden pitkäaikaisen kokemuksen, "jäänäkemyksen", vaikutuksia jääpalvelutoiminnan suuntaamiseen ja näiden käytännön sanelemien analyysimetodien siirto sukupolvelta toiselle.

KIRJALLISUUS JA LÄHTEET

- Aalto, T. 1976: Kansakunnan historia 4- 1855-1890- kansakunta kerää voimia. WSOY. Porvoo, Helsinki
- Bai, Shan, Grönvall, H. & Seinä, A. 1995: The Numerical Sea Ice Forecast in Finland in the Winter 1993-94. - Meri - Report series of the Finnish Institute of Marine Research 21: 13-32.
- Fagerlund, L.W. 1925: Anteckningar rörande samfärdseln emellan Sverige och Finland öfver Ålands haf och de åländska öarna. I. - Åland VIII. Helsingfors.
- Heinrichs, A. 1903: Isförhållandena i Östersjön och dess vikar. I. Material. - Fennia 21.
- Hellström, R.H. 1922: Talviliikenne Pohjanlahdella IV. Kokemuksia talvelta 1916. - Fennia 43 (6).
- Granqvist, G. 1926a: Översikt av isarna vintern 1914-15. - Merentutkimuslaitoksen Julk. / Havsforskningsinstitutets Skr. N:o 37.
- Granqvist, G. 1926b: Yleiskatsaus talven 1915-16 jääsuhteisiin. - Merentutkimuslaitoksen Julk. / Havsforskningsinstitutets Skr. N:o 40.
- Granqvist, G. 1926c: Yleiskatsaus talven 1917-18 jääsuhteisiin. - Merentutkimuslaitoksen Julk. / Havsforskningsinstitutets Skr. N:o 42.
- Granqvist, G. 1933: Merentutkimuslaitoksen toiminta vuonna 1932. - Merentutkimuslaitoksen Julk. / Havsforskningsinstitutets Skr. N:o 91.
- Granqvist, G. 1934: Merentutkimuslaitoksen toiminta vuonna 1933. - Merentutkimuslaitoksen Julk. / Havsforskningsinstitutets Skr. N:o 95
- Granqvist, G. 1935: Merentutkimuslaitoksen toiminta vuonna 1934. - Merentutkimuslaitoksen Julk. / Havsforskningsinstitutets Skr. N:o 101
- Granqvist, G. 1936: Merentutkimuslaitoksen toiminta vuonna 1935. - Merentutkimuslaitoksen Julk. / Havsforskningsinstitutets Skr. N:o 107
- Granqvist, G. 1938a: Den baltiska isveckan 12.-18. febr. 1938. - Terra 50 (4).
- Granqvist, G. 1938b: Die Eisverhältnisse der Ostsee und ihre Erforschung. - VI. Balt. Hydrolog. Konf., Hauptbericht 12. Berlin.
- Grönvall, H. 1975a: Itämeren jäätiedustelu. - Navigator 1/1975:18-20.
- Grönvall, H. 1975b: Itämeren jäätutkimus. - Navigator 6-7/1975:30-31.
- Grönvall, H. 1988: Finnish ice service. - Finnish Marine Research No. 256: 95-110.
- Grönvall, H., Hietala, R., Kalliosaari, S., Leppäranta, M. & Seinä, A. 1987: Statistics of the sea temperature of the Baltic Sea of 21 October - 1 March (1965-1986). - Finnish Marine Research No. 254, Supplement 1.
- Grönvall, H. & Kalliosaari, S. 1982: TIROS/NOAA receiving station. - Proc. 13th Conf. Baltic Oceanogr., vol. I: 306-310.
- Grönvall, H., Kalliosaari, S., Leppäranta, M. & Seinä, A. 1987: WMO:n merijään terminologia (Suomi).- Finnish Marine Research No. 254: 65-93.
- Grönvall, H. & Palosuo, E. 1976: The average surface temperature in the autumn and early winter on the Gulf of Bothnia, the northern Baltic Sea and the Gulf of Finland (1966-1974). - Styrelsen för vintersjöfartsforskning /Winter Navigation Research Board. Research Report No. 15.
- Grönvall, H. & Seinä, A. 1994: The operational sea ice charting using ERS-1 images in the Baltic Sea. - Proceedings of the ERS-1 Pilot Project Workshop, June 1994, Toledo, Spain.
- Heinrichs, A. 1904: État des glaces et neiges en Finlande pendant l'hiver 1893-1894. Observations météorologiques p. p. l'Institut météorologique central de la Société des sciences de Finlande.

- Heinrichs, A. 1905: État des glaces et neiges en Finlande pendant l'hiver 1894-1895. - Observations météorologiques p. p. l'Institut météorologique central de la Société des sciences de Finlande.
- Heinrichs, A. 1907: État des glaces et neiges en Finlande pendant l'hiver 1896-1897. - Observations météorologiques p. p. l'Institut météorologique central de la Société des sciences de Finlande.
- Heinrichs, A. & Korhonen, W.W. 1908: État des glaces et neiges en Finlande pendant l'hiver 1895-1897. - Observations météorologiques p. p. l'Institut météorologique central de la Société des sciences de Finlande.
- Hellström, R.H. 1913: Bidrag till kännedomen av isförhållandena i Bottenhavet. Isförhållandena vintrarna 1899-1909. - Fennia 33 (3).
- Herland, A.-E., Seinä, A. & Leppäranta, M. 1994: ISY real time ice monitoring demonstration in the Baltic Sea. Final report May 1994. - ESA Contract Report. ESA/ESTEC No. 125475.
- Jaakkola, S. 1978: Satelliittitietojen hyväksikäyttö merijäätilanteen seurannassa. - Tutkimusraportti 31.10.1978. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, maankäytön laboratorio.
- Jurva, R. 1937: Über die Eisverhältnisse des Baltischen Meeres an den Küsten Finnlands. Nebst einem Atlas. - Merentutkimuslaitoksen Julk. / Havsforskningsinstitutets Skr. N:o 114.
- Jurva, R. 1925: Översikt av isarna 1919-20. - Merentutkimuslaitoksen Julk. / Havsforskningsinstitutets Skr. N:o 23.
- Jääsalo, H. 1980: Pohjoiset satamat auki. - Pohjoinen, Oulu.
- Koch, L. 1945: The East Greenland ice. - Medd. om Grönland, 130 (3).
- Korhonen, W.W. 1909: État des glaces et neiges en Finlande pendant l'hiver 1897-1898. Observations météorologiques p. p. l'Institut météorologique central de la Société des sciences de Finlande.
- Korhonen, W.W. 1912: Schnee- und Eisverhältnisse in Finnland im Winter 1898-1899. Kirjapaino "Sanan valta", Kuopio.
- Korhonen, W.W. 1915: Schnee- und Eisverhältnisse in Finnland im Winter 1899-1900. Kirjapaino "Sanan valta", Kuopio.
- Leppäranta, M. 1980: On the drift and deformation of sea ice fields in the Bothnian Bay. - Styrelsen för vintersjöfartsforskning / Winter Navigation Research Board. Research Report No 29.
- Leppäranta, M. 1981a: An ice drift model for the Baltic Sea. - Tellus 33 (6):583-596.
- Leppäranta, M. 1981b: Statistical features of sea ice ridging in the Gulf of Bothnia. - Styrelsen för vintersjöfartsforskning / Winter Navigation Research Board No 32.
- Leppäranta, M. & Hakala, R. 1989: Field measurements of the structure and strength of first-year ice ridges in the Baltic Sea. - Proceedings of the Eight Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering. Vol IV: 169-174.
- Leppäranta, M. & Hibler, W.D. III 1985: The role of plastic ice interaction in marginal ice zone dynamics. - Journal of Geophysical Research 90: 11899-11909.
- Leppäranta, M. & Hibler, W.D. III 1987: Mesoscale sea ice deformation in the East Greenland marginal ice zone. - Journal of Geophysical Research 92: 7060-7070.
- Leppäranta, M. & Kuittinen, R. 1987: Overview of BEPERS pilot study. - Bothnian Experiment in Preparation for ERS-1. Pilot Study. Data Report No. 45: 1-15.
- Leppäranta, M., Lensu, M. & Lu, Qian-Ming 1989: Shear flow of sea ice in the marginal ice zone with collision rheology. - Geophysica 25 (1&2): 57-74.
- Leppäranta, M. & Palosuo, E. 1983: Use of ship's radar to observe two-dimensional ridging characteristics. - Proceedings of the Seventh Conference on Port and Ocean Engineering under Arctic Conditions, Helsinki, 5-9 April 1983.

- Leppäranta, M. & Palosuo, E. 1987: Isarna kring Ymer. -Teoksessa Hoppe, K., Björn-Rasmussen, S. & Wiberb, R. (toim.). Expedition Ymer-80 -en slutrapport. - Kungl. vetenskapsakademien. Polarforsknings kommittén.
- Leppäranta, M., Palosuo, E., Grönvall, H., Kalliosaari, S., Seinä, A. & Peltola, J. 1988: Phases of ice season in the Baltic Sea (North of latitude 57° N). - Finnish Marine Research No. 254 Supplement 2.
- Leppäranta, M. & Seinä, A. 1985a: Itämeren pitkäaikaisvaihteluista. -Teoksessa: Helminen, J. & Ikonen, E. (toim.) Kansallinen ilmastokokous. Seminaariraportti. - Suomen Akatemian Julkaisuja 1985 (7).
- Leppäranta, M. & Seinä, A. 1985b: Freezing, maximum annual ice thickness and breakup of ice on the Finnish coast during 1830-1984. - Geophysica 21 (2).
- Leppäranta, M. & Thompson, T. 1990: On the potentials of SAR ice mapping in the Baltic Sea. - Proceedings of the 9th EARSel Symposium, Espoo, Finland 7 June-1 July 1989. Luxemburg.
- Levänen, Z. 1889: Bearbetning af tiderna för islossningar och isläggningar i Wanda å och södra hamnen i Helsingfors. - Fennia, 1 (9): 1-8.
- Lindgrén, S. & Neumann, J. 1982: Crossing of ice-bound sea surfaces in history. - Climatic Change No 4: 71-97.
- Lisitzin, E. 1979: Merentutkimuslaitos 1919-1968. - Meri No. 5.
- Merentutkimuslaitoksen vuosikertomukset 1939-1954. Käsikirjoituksia. - Merentutkimuslaitoksen arkisto.
- Mäkisara, K., Berglund, R., Rauste, Y., Tikkanen, T., Savola, J., Kuittinen, R., Leppäranta, M. & Pohjola, J. 1990: Satelliittikuvan digitaalinen siirto jäänmurtajille. - Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Tiedotteita No. 1165.
- Omstedt, A., Thompson, T. & Udin, I. 1974: Havsisundersökningen i Bottenviken vintern 1974. - Styrelsen för vintersjöfartsforskning. Forskningsrapport No 8.
- Palosuo, E. 1952: Lentokone jäätiedustelujen suorituksessa. - Suomen Sotilasaikakauslehti No 1: 20-27.
- Palosuo, E. 1953: A treatise on severe ice conditions in the Central Baltic. - Merentutkimuslaitoksen Julk. / Havsforkningsinstitutets Skr. No. 156.
- Palosuo, E. 1972: Ahtojään muodostumisesta ja rakenteesta Itämerellä. -Esitelmä Perämeri-päivillä Kemissä 12.6.1972 (moniste).
- Palosuo, E. & Leppäranta, M. 1982: Ice conditions between Svalbard and Franz Josef Land on Ymer-80 expedition, July 1980. - Symposium Arktis som livsmiljö. Svenskhemmet Voksenåsen A/S, Oslo, den 27-28 oktober 1982.
- Palosuo, E. 1992: Heikki Simojoki - Muistopuhe Suomen Tiedeseuran kokouksessa tammikuun 21. päivänä 1991. - Societas Scientiarum Fennica, SPHINX - Vuosikirja 1992, sarja B: 69-73.
- Pohjanpalo, J. 1949: Suomen kauppamerenkulku- ja erityisesti linjaliikenteen osuus siinä. WSOY. Porvoo. Helsinki.
- Ramsay, H. 1947: I kamp med Östersjöns isar -en bok om Finlands vintersjöfart. Holger Schildts Förlag. Helsingfors.
- Reichter, J. 1933: Die Vereisung der Beltsee und Südlichen Ostsee im Winter 1928-29. - Aus dem Archiv der Deutschen Seewarte Bd 52, No 5.
- Sandven, S., Pettersson, L.H., Grönvall, H., Seinä, A., Valeur, H.H., Nielsen, P. & Bjørge, E. 1996: Satellite sea ice monitoring - application proof of concept study within the CEO pathfinder phase on sea ice applications. - NERSC Technical Report No. 108.
- Schauman, A. 1967 (1892-1894): Kuudelta vuosikymmeneltä - muistoja elämän varrelta. I. WSOY. Porvoo.

- Seinä, A. 1994: Extent of ice cover 1961-1990 and restrictions to navigation 1981-1990 along the Finnish coast./Jääpeitteen laajuus 1961-1990 ja meriliikennerajoitukset 1981-1990 Suomen merialueilla. - Finnish Mar. Res. 262: 3-34.
- Seinä, A. & Grönvall, H. 1994 : The operational mapping of ice conditions using ERS-1 images in the Baltic Sea. - Proceedings Second ERS-1 Symposium - Space at our Environment, Hamburg, Germany, 11-14 October 1993. ESA SP-361 (January) 1994: 369-371.
- Seinä, A., Grönvall, H., Wang Renshu, Li Zhijun & Liu Qinzeng 1991: Field experiment on the fast ice off Bayuquan (liaodong Bay) Bohai Sea. Data Report. - Merentutkimuslaitos. Sisäinen raportti / Finnish Institute of Marine Research. Internal Report 1991 (1). (moniste).
- Seinä, A. & Palosuo, E. 1993: Itämeren suurimpien vuotuisten jääpeitteen laajuuksien luokittelu 1720-1992 - Risto Jurvan kokoaman aineiston 1720-1951 ja Merentutkimuslaitoksen jääpalvelun aineiston vuosilta 1952-1992 mukaan. [Abstract: The classification of the maximum annual extent of ice cover in the Baltic Sea 1720-1992. Based on the material collected by Risto Jurva (winters 1720-1951) and the material of the ice service of the Finnish Institute of Marine Research (winters 1952-1992)]. - Meri No 20: 1-20.
- Seinä, A. & Peltola, J. 1991: Jäätalven kesto aika ja kiintojään paksuustilastoja Suomen merialueilla 1961-1990/Duration of ice season and statistics of fast ice thickness along the Finnish coast 1961-1990. - Finnish Ma. Res. 258: 1-46.
- Seinä, A., Similä, M. & Grönvall, H. 1995: Analysis of ERS-1 images in the winter 1993-94 - real time ice monitoring at the ice service of the Finnish Institute of Marine Research. - Meri - Report series of the Finnish Institute of Marine Research 21:13-32.
- Simojoki, H. 1952: Die Eisverhältnisse in den Finnland umgebenden Meeren in den Wintern 1946-50. - Merentutkimuslaitoksen Julk. / Havsforskningsinstitutets Skr. N:o 156.
- Speerschneider, C.I.H. 1915: Om isforholdene i Danske farvand i ældre og nyere tid aarene 690-1860. - Det Danske Meteorologiske Institut meddelelser Nr. 2.
- Statens istjenste 1936: Den Danske Istjenste - udgivet af ministeriet for handel, industri og søfart. Januari 1936. Det Konglige søkart-arkiv.
- SMHI (= Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut) 1959: Östersjö-koden för isunderrättelser -En beskrivning på svenska och engelska med illustrationer / The Baltic ice code- A description in Swedish and English with illustrations. - SMHI Meddelanden, Serie E nr 10.
- SMHI (= Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut) 1981: The Baltic ice code - description with illustrations - the code valid from October 1981.
- Swedish Meteorological and Hydrological Institute (SMHI) & Finnish Institute of Marine Research (FIMR), 1982: Climatological ice atlas for Baltic Sea, Kattegat, Skagerrak and Lake Vänern (1963-1979). Norrköping.
- Thompson, T. & Leppäranta, M. 1988: BEPERS-88, Experiment plan. Final edition 1987. - Styrelsen för vintersjöfartsforskning / Winter Navigation Research Board. Forskningsrapport/Research Report No 46.
- Thorarinsson, S. 1956: The thousand years struggle against ice and fire. - Museum of Natural History, Reykjavik, Misc. Papers No. 14.
- Turun Viikko-Sanomat N:o 12, 21.03.1829.
- Udin, I., Sahlberg, J., Lundqvist, J.-E., Uusitalo, S., Seinä, A. & Leppäranta, M. 1981: BASIS- A data bank for Baltic sea ice and surface temperatures. - Styrelsen för vintersjöfartsforskning / Winter Navigation Research Board. Forskningsrapport/Research Report No 34.
- Uusitalo, S. 1974: Laivarunkomittareiden virheistä. - Tutkimus ja tekniikka 5/1974: 31-37.
- Uusitalo, S. 1975: On Errors of the Hull Plate Thermometers. - Geophysica 13(2): 197-204.

- Valli, A. & Leppäranta, M. 1975: Calculation of ice drift in the Bothnian Bay and the Quark/Jään liikkeen laskeminen Perämerellä ja Merenkurkussa/Beräkning av isdriften i Bottenviken och Norra Kvarken. - Styrelsen för vintersjöfartsforskning. Forskningsrapport No 13.
- Wesén, A. 1911: Hangon satama - selonteko sataman laajentamisesta 1903-1909 ynnä historiallinen katsaus tie- ja vesirakennusten ylläpidon kysymykseen. - Keisarillisen senaatin kirjapaino. Helsinki.
- Witting, R. 1912: Jahrbuch 1911 enthaltend hydrographische Beobachtungen in den Finnland umgebenden Meeren. - Finnländische hydrographisch-biologische Untersuchungen, no 10.
- Witting, R. 1916: Hydrografisk-biologiska hafsundersökningarna under år 1915 -Hydrografis-biologiset meritutkimukset vuonna 1915. - Öfversigt af Finska Vetenskaps-Socitetens Förhandlingar. Bd. LVIII. 1915-1916. Afd. C. N:o 5.
- Witting, R. 1920: Merentutkimuslaitoksen toiminta vuonna 1919. - Merentutkimuslaitoksen Julk. / Havsforskningsinstitutets Skr. N:o 1.
- Witting, R. 1921: Merentutkimuslaitoksen toiminta vuonna 1920. - Merentutkimuslaitoksen Julk. / Havsforskningsinstitutets Skr. N:o 7.
- Witting, R. 1922: Merentutkimuslaitoksen toiminta vuonna 1921. - Merentutkimuslaitoksen Julk. / Havsforskningsinstitutets Skr. N:o 14.
- Witting, R. 1923: Merentutkimuslaitoksen toiminta vuonna 1922. - Merentutkimuslaitoksen Julk. / Havsforskningsinstitutets Skr. N:o 25.
- Witting, R. 1924: Merentutkimuslaitoksen toiminta vuonna 1923. - Merentutkimuslaitoksen Julk. / Havsforskningsinstitutets Skr. N:o 31.
- Witting, R. 1925: Merentutkimuslaitoksen toiminta vuonna 1924. - Merentutkimuslaitoksen Julk. / Havsforskningsinstitutets Skr. N:o 35.
- Witting, R. 1926: Merentutkimuslaitoksen toiminta vuonna 1925. - Merentutkimuslaitoksen Julk. / Havsforskningsinstitutets Skr. N:o 41.
- Witting, R. 1928: Merentutkimuslaitoksen toiminta vuonna 1927. - Merentutkimuslaitoksen Julk. / Havsforskningsinstitutets Skr. N:o 54.
- Witting, R. 1929: Merentutkimuslaitoksen toiminta vuonna 1928. - Merentutkimuslaitoksen Julk. / Havsforskningsinstitutets Skr. N:o 63.
- Witting, R. 1930: Merentutkimuslaitoksen toiminta vuonna 1929. - Merentutkimuslaitoksen Julk. / Havsforskningsinstitutets Skr. N:o 72.
- Witting, R. 1931: Merentutkimuslaitoksen toiminta vuonna 1930. - Merentutkimuslaitoksen Julk. / Havsforskningsinstitutets Skr. N:o 77.
- Wu Huiding & Leppäranta M. 1990: Experiments on numerical sea ice forecasting in the Bohai Sea. - Proceedings on the IAHR Symposium on Ice, Espoo, Finland, August 20-24 1990. Vol. 3: 173-186.

LIITE 1

Käytettyjä lyhenteitä:

APT=	Automatic Picture Transmission
AVHRR=	Advanced Very High Resolution Radiometer
BASIS=	a Data Bank for Baltic Sea Ice and Sea Surface Temperature
ERS=	European Remote Sensing Satellite
ERTS=	Earth Resources Technology Satellite
ESA=	European Space Agency = Euroopan avaruusjärjestö
ESSA	Environmental Science Service Administration
FIMR=	Finnish Institute of Marine Research = Merentutkimuslaitos, Helsinki
FLAR=	Forward Looking Airborne Radar
GOES=	Geostationary Operational Environmental Satellite
ITOS=	Improved TIROS Operational Satellite
jm=	jäänmurtaja
MIZEX=	Marginal Ice Zone Experimental
MKH=	merenkulkuhallitus, Helsinki
mpk=	meripeninkulma = 1852m
MTL=	Merentutkimuslaitos, Helsinki
NIMBUS=	NASAn meteorologinen satelliittisarja, jonka viimeinen satelliitti laukaistiin v. 1978.
NMT=	Nordic Mobile Telephone
NOAA=	National Oceanic and Atmospheric Administration
ODAR=	Omni Directional Airborne Radar
SAR=	Synthetic Aperture Radar
SLAR=	Side-Looking Airborne Radar
SMHI=	Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut, Norrköping, Ruotsi
TIROS=	Television Infra Red Observation Satellite
TKK=	Valtion Teknillinen korkeakoulu
VHF=	Very High Frequency
VTT=	Valtion teknillinen tutkimuskeskus
WARG=	Wärtsilä Arctic Research Group, Helsinki
WMO=	World Meteorological Organisation

LIITE 2

Eräitä tärkeitä tapahtumia jääpalvelutoiminnan historiassa

Vuosi	Tapahtuma
1269	Vanhin Suomea koskeva jäätieto
1633	Postiruotu Ahvenanmaalle
1836	<i>Norwich</i> , ensimmäinen jäätämurtava siipirasalus valmistuu Yhdysvalloissa
1838	Venäjällä valomerkkejä majakoilta aluksille vaikeasta jäätilanteesta
1843	Juutinraumassa aloitetaan lippuviestitys jäätilanteesta
1846	Suomen Tiedeseura aloittaa jäätietojen keruun
1858	<i>Polhem</i> , ensimmäinen höyrykäyttöinen ympärivuotinen postialus Itämerelle
1870	Helsinki- Pietari rautatie valmistuu
1871	<i>Eisbrecher</i> , maailman ensimmäinen jäänmurtaja valmistuu Saksassa
1871	Säännöllinen jäähavainnointi alkaa Ruotsin majakoilla
1873	Hanko- Hyvinkää rautatie valmistuu
1877	Talviliikennöinti Hanko-Tukholma alkaa <i>Expressenillä</i>
1885	Venäjänkaupassa uudet tullikorotukset ja -rajoitukset
1888	Säännöllinen jäähavainnointi alkaa Venäjän majakoilla
1889	Suuri talviliikennekomitea ehdottaa jäätutkimuksen aloitusta
1890	<i>Murtaja</i> , Suomen ensimmäinen jäänmurtaja valmistuu
1893	Hangon majakalla piirretään säännöllisesti jäätilannekarttoja
1895	Erik Palmén pitää esitelmän Hangon ajojaista ja railoista
1898	<i>Sampo</i> , ensimmäinen toisen sukupolven jäänmurtaja valmistuu
1898	Tukholman luonnontieteellinen konferenssi ottaa jäätutkimukset mukaan ohjelmaansa
1899	Jäätyö Meteorologiselle keskuslaitokselle
1900	Jäähavaintoverkko perustetaan
1902	Jäätyö siirtyy Suomen Tiedeseuran meritutkimusjaostolle
1902	Rolf Witting johtamaan jääpalvelua
1907	Jäänmurtaja <i>Tarmo</i> valmistuu
1915	Lähes-tosiaikaiset jääkartat
1916	Suomen ensimmäinen jäätiedustelulento
1918	Merentutkimuslaitos perustetaan
1919	Gunnar Granqvist tulee jääosaston johtoon
1919	Havaintoverkko kunnostetaan
1919	Jäätiedotus julkaistaan myös sanomalehdissä
1921	Jäätiedot sähkötyksellä
1924	Jäänmurtaja <i>Voima</i> valmistuu
1925	Ensimmäinen yritys yhtenäistää jääkoodit kansainvälisesti
1926	Jäänmurtaja <i>Jääkarhu</i> valmistuu
1927	Jäätiedotus radiolla
1927	Jäätiedotus radiolla englanniksi ja saksaksi
1927	Alukset alkavat pitää jääpäiväkirjaa
1930	Merentutkimuslaitokselle radioasema
1932	Avomeritiedot mukaan jäätiedotuksiin
1934	Lentotiedustelut tulevat säännöllisemmiksi
1935	Jääosasto saa keskittyä jäätutkimukseen
1938	Ensimmäinen Balttialainen jääviikko
1939	<i>Sisu</i> , Suomen ensimmäinen diesel-sähkömurtaja valmistuu

Vuosi	Tapahtuma
1939	Risto Jurva jääosaston johtoon
1942	Lentotiedusteluista tulee laajamittaista toimintaa
1947	Heikki Simojoki jääosaston johtoon
1954	Itämeren jääkoodi tulee käyttöön
1954	Jäänmurtaja <i>Voima</i> valmistuu
1955	Erkki Palosuo jääosaston johtoon
1959	Jäänmurtaja <i>Karhu</i> valmistuu
1960	Jäänmurtaja <i>Murtaja</i> valmistuu
1961	Jäänmurtaja <i>Sampo</i> valmistuu
1964	Jäänmurtaja <i>Tarmo</i> valmistuu
1965	Jäänmurtajille sijoitetaan helikoptereita
1968	Ensimmäiset satelliittikuvat jääpalvelun käyttöön
1969	Pintaveden lämpötilakartat
1971	Perämeri pystytään pitämään avoimena laivaliikenteelle koko talven
1971	Jäänmurtaja <i>Apu</i> valmistuu
1972	Jääosastosta tulee jääpalvelu ja Hannu Grönvallista tulee sen esimies
1975	Jäänmurtaja <i>Urho</i> valmistuu
1976	Jäänmurtaja <i>Sisu</i> valmistuu
1977	Jään liike-ennustemalli otetaan käyttöön
1981	Jääpalveluun oma satelliittikuvien vastaanottolaitteisto
1981	Uusi WMO:n jääkoodi ja -karttasymboliikka otetaan käyttöön
1985	Digitaaliset satelliittikuvat jäänmurtajille
1986	Jäänmurtaja <i>Otso</i> valmistuu
1987	Jäänmurtaja <i>Kontio</i> valmistuu
1992	Digitaaliset satelliittikuvat operatiiviseksi
1992	Jäänmurtajille välitetään digitaalisia satelliittikuvia operatiivisesti
1993	Työasemapohjainen jääkartta kokeiltavaksi
1993	Ensimmäiset tutkasatelliittikuvat
1993	Monitoimijäänmurtaja <i>Fennica</i> valmistuu
1994	Monitoimijäänmurtaja <i>Nordica</i> valmistuu
1994	Työasemapohjainen jääkartta tulee operatiiviseksi
1994	Suomalais-kiinalainen jäämalli operatiiviseksi

LIITE 3. MERENTUTKIMUSLAITOKSEN MERIJÄÄTÄ KOSKEVIA JULKAISUJA**Itämeren jään suurin vuotuinen laajuus**

Talvet	Tekijät	Artikkeli	Julkaisu/Julkaisusarja	Vuosi
1829/30-1940/41	Jurva, R.	Über den allgemeinen Verlauf des Eiswinters in den Meeren Finnlands und über die Schwankungen der grössten Verreisung	Sitzungsberichte der Finnischen Akademie der Wissenschaften 1941	1944
1719/20-1950/51	Palosuo, E.	A treatise on severe ice conditions in the central Baltic [Sea]	Merentutkimuslaitoksen Julk./Havsforskningsinstitutets Skr. 156	1953
1719/20-1979/80	Alenius, P., Makkonen, L.	Variability of the annual maximum ice extent of the Baltic Sea	Arc. Met. Geoph. Biokl. Ser. B 29	1981
1829/30-1983/84	Leppäranta, M., Seinä, A.	Data of freezing, maximum annual ice thickness and breakup of ice on the Finnish coast during 1830-1984	FIMR internal report 1985 (2)	1985
1829/30-1983/84	Leppäranta, M., Seinä, A.	Freezing, maximum annual ice thickness and breakup of ice on the Finnish coast during 1830-1984	Geophysica 21 (2)	1985
1719/20-1982/83	Makkonen, L., Launiainen, J., Kahma, K., Alenius, P.	Long-term variations in some physical parameters of the Baltic Sea	Climate Changes on a Yearly to Millennial Basis / N.-A. Mörner and W. Karlén (toim.): 391-399.	1986
1719/20-1991/92	Seinä, A., Palosuo, E.	Itämeren suurimpien vuotuisten jääpeitteiden laajuuksien luokittelu 1720-1992/The classification of the maximum annual extent of ice cover in the Baltic Sea 1720-1992	Meri Nro 20	1993
1719/20-1994/95	Seinä, A., Palosuo, E.	The classification of the maximum annual extent of ice cover in the Baltic Sea 1720-1995	Meri - Report series of the Finnish Institute of Marine Research No. 27	1996

Kartastot

Talvet	Tekijät	Artikkeli	Julkaisu/Julkaisusarja	Vuosi
1850/51-1929/30	Jurva, R.	Über die Eisverhältnisse des Baltischen Meeres an den Küsten Finnlands. Nebst einem Atlas.	Merentutkimuslaitoksen Julk./Havsforskningsinstitutets Skr. 114	1937
1963/64-1978/79	SMHI, Swedish Meteorological Institute Merentutkimuslaitos, FIMR, Finnish Institute of Marine Research	Climatological ice atlas for the Baltic Sea, Kattegat, Skagerrak and Lake Vänern/ Klimatologisk isatlas för Östersjön, Kattegatt, Skagerack och Vänern / Klimatologinen jääatlas Itämerestä, Kattegatista, Skagerrakista ja Vänern-järvestä (1963-1979)		1982

Talvet	Tekijät	Artikkeli	Julkaisu/Julkaisusarja	Vuosi
1963/64-1979/80	Leppäranta, M., Palosuo, E., Grön- vall, H., Kallio- saari, S., Seinä, A., Peltola, J.	Itämeren jäätalven vaiheet / Isvinters faser i Östersjön / Phases of the ice season in the Baltic Sea	Finnish Marine Research N:o 254, Supplement 2	1988

Jäätyminen, jäänlähtö ja jään paksuus Suomen merialueilla 1829-1995

Talvet	Tekijät	Artikkeli	Julkaisu/Julkaisusarja	Vuosi
1829/30-1887/88	Levänen, S.	Bearbetning af tiderna för islossningar och isläggningar i Wanda å och södra hamnen i Helsingfors	Fennia 1, (9)	1889
1889/90-1894/95	Heinrichs, A.	Isförhållandena i Östersjön och dess vikar. I. Material	Fennia 21	1903
1893/94	Heinrichs, A.	État des glaces et des neiges en Fin- lande pendant l'hiver 1893-1894	Observations météorologiques p. p. l'Institut météorologique central de la Société des sciences de Finlande	1904
1894/95	Heinrichs, A.	État des glaces et des neiges en Fin- lande pendant l'hiver 1894-1895	Observations météorologiques p. p. l'Institut météorologique central de la Société des sciences de Finlande	1905
1895/96	Heinrichs, A.	État des glaces et des neiges en Fin- lande pendant l'hiver 1896-1897	Observations météorologiques p. p. l'Institut météorologique central de la Société des sciences de Finlande	1907
1896/97	Heinrichs, A., Korhonen W. W.	État des glaces et des neiges en Fin- lande pendant l'hiver 1895-1897	Observations météorologiques p. p. l'Institut météorologique central de la Société des sciences de Finlande	1908
1897/98-1901/02	Karsten, H.	Untersuchungen über die Eisverhält- nisse im Finnischen Meerbusen und im nördlichen Teile der Ostsee. I. Beo- bachtungen während der Winter 1897- 1902	Finnländische hydrographisch- biologische Untersuchungen, no 6	1911
1897/98	Korhonen, W. W.	État des glaces et des neiges en Fin- lande pendant l'hiver 1897-1898	Observations météorologiques p. p. l'Institut météorologique central de la Société des sciences de Finlande	1909
1898/99	Korhonen, W. W.	Schnee- und Eisverhältnisse in Finn- land im Winter 1898-1899	Kirjapaino "Sanan valta" Kuopio	1912
1899/1900	Korhonen, W. W.	Schnee- und Eisverhältnisse in Finn- land im Winter 1899-1900	Kirjapaino "Sanan valta" Kuopio	1915

Talvet	Tekijät	Artikkeli	Julkaisu/Julkaisusarja	Vuosi
1899/1900- 1908/09	Hellström, R. H.	Bidrag till kännedom av isförhållandena i Bottenhavet. Isförhållandena vintrarna 1899-1909	Fennia 33, (3)	1913
1900/01	Heinrichs, A.	Schnee- und Eisverhältnisse in Finnland im Winter 1900-1901	Meteorologisches Jahrbuch für Finnland	1906
1901/02	Korhonen, W. W.	Schnee- und Eisverhältnisse in Finnland im Winter 1901-1902	Beilage zum Finnländischen Meteorologischen Jahrbuch, Jahrg. 1902	1910
1902/03	Korhonen, W. W.	Schnee- und Eisverhältnisse in Finnland im Winter 1902-1903	Beilage zum Finnländischen Meteorologischen Jahrbuch, Jahrg. 1903	1910
Talvet	Tekijät	Artikkeli	Julkaisu/Julkaisusarja	Vuosi
1903/04	Korhonen, W. W.	Schnee- und Eisverhältnisse in Finnland im Winter 1903-1904	Beilage zum Finnländischen Meteorologischen Jahrbuch, Jahrg. 1904	1911
1904/05	Korhonen, W. W.	Schnee- und Eisverhältnisse in Finnland im Winter 1904-1905	Beilage zum Finnländischen Meteorologischen Jahrbuch, Jahrg. 1905	1911
1905/06	Korhonen, W. W.	Schnee- und Eisverhältnisse in Finnland im Winter 1905-1906	Beilage zum Finnländischen Meteorologischen Jahrbuch, Jahrg. 1906	1913
1906/07	Korhonen, W. W.	Schnee- und Eisverhältnisse in Finnland im Winter 1906-1907	Beilage zum Finnländischen Meteorologischen Jahrbuch, Jahrg. 1907	1925
1907/08	Korhonen, W. W.	Schnee- und Eisverhältnisse in Finnland im Winter 1907-1908	Beilage zum Finnländischen Meteorologischen Jahrbuch, Jahrg. 1908	1925
1908/09	Korhonen, W. W.	Schnee- und Eisverhältnisse in Finnland im Winter 1908-1909	Beilage zum Finnländischen Meteorologischen Jahrbuch, Jahrg. 1909. Teil 2	1925
1910/11	Witting, R.	Jahrbuch 1911 enthaltend hydrographische Beobachtungen in den Finnland umgebenden Meeren	Finnländische hydrographisch-biologische Untersuchungen, 10	1912
1911/12	Witting, R.	Jahrbuch 1912 enthaltend hydrographische Beobachtungen in den Finnland umgebenden Meeren	Finnländische hydrographisch-biologische Untersuchungen, 12	1913
1912/13	Witting, R.	Jahrbuch 1913 enthaltend hydrographische Beobachtungen in den Finnland umgebenden Meeren	Finnländische hydrographisch-biologische Untersuchungen, 13	1914

Talvet	Tekijät	Artikkeli	Julkaisu/Julkaisusarja	Vuosi
1913/14	Granqvist, G.	Jäät vuonna 1913-14 Suomen rannikoilla	Merentutkimuslaitoksen Julk. / Havsforskningsinstitutets Skr. 3	1921
1914/15	Granqvist, G.	Översikt av isarna vintern 1914-15	Merentutkimuslaitoksen Julk. / Havsforskningsinstitutets Skr. 37	1926
1915/16	Granqvist, G.	Yleiskatsaus talven 1915-16 jääsuhteisiin	Merentutkimuslaitoksen Julk. / Havsforskningsinstitutets Skr. 40	1926
1916/17	Palmén, E.	Yleiskatsaus talven 1916-17 jääsuhteisiin	Merentutkimuslaitoksen Julk. / Havsforskningsinstitutets Skr. 50	1928
1917/18	Granqvist, G.	Yleiskatsaus talven 1917-18 jääsuteisiin	Merentutkimuslaitoksen Julk. / Havsforskningsinstitutets Skr. 42	1926
1918/19	Palmén, E.	Yleiskatsaus talven 1918-19 jääsuteisiin	Merentutkimuslaitoksen Julk. / Havsforskningsinstitutets Skr. 57	1928
1919/20	Jurva, R.	Jäät vuonna 1919-20 Suomen rannikoilla	Merentutkimuslaitoksen Julk. / Havsforskningsinstitutets Skr. 23	1925
1920/21	Granqvist, G.	Jäät vuonna 1920-21 Suomen rannikoilla	Merentutkimuslaitoksen Julk. / Havsforskningsinstitutets Skr. 22	1924
1921/22	Jurva, R.	Yleiskatsaus talven 1921-22 jääsuhteisiin	Merentutkimuslaitoksen Julk. / Havsforskningsinstitutets Skr. 116	1944
1922/23	Granqvist, G.	Isarna vintern 1922-23	Merentutkimuslaitoksen Julk. / Havsforskningsinstitutets Skr. 28	1925
1923/24	Jurva, R.	Yleiskatsaus talven 1923/24 jääsuhteisiin/Översikt av isarna under vintern 1923/24	Merentutkimuslaitoksen Julk./ Havsforskningsinstitutets Skr. 117	1944
1924/25	Granqvist, G.	Yleiskatsaus talven 1924-25 jääsuhteisiin	Merentutkimuslaitoksen Julk. / Havsforskningsinstitutets Skr. 44	1926
1925/26	Jurva, R.	Yleiskatsaus talven 1925/26 jääsuhteisiin/Översikt av isarna under vintern 1925/26	Merentutkimuslaitoksen Julk./ Havsforskningsinstitutets Skr. 115	1941

Talvet	Tekijät	Artikkeli	Julkaisu/Julkaisusarja	Vuosi
1926/27	Granqvist, G.	Yleiskatsaus talven 1926-27 jääsuhteisiin	Merentutkimuslaitoksen Julk. / Havsforskningsinstitutets Skr. 55	1928
1927/28	Granqvist, G.	Yleiskatsaus talven 1927-28 jääsuhteisiin	Merentutkimuslaitoksen Julk. / Havsforskningsinstitutets Skr. 56	1928
1928/29	Granqvist, G.	Yleiskatsaus talven 1928-29 jääsuhteisiin	Merentutkimuslaitoksen Julk. / Havsforskningsinstitutets Skr. 64	1929
1929/30	Granqvist, G.	Yleiskatsaus talven 1929-30 jääsuhteisiin	Merentutkimuslaitoksen Julk. / Havsforskningsinstitutets Skr. 71	1930
1930/31	Granqvist, G.	Översikt av isarna vintern 1930-31	Havsforskningsinstitutets Skr. / Havsforskningsinstitutets Skr. 79	1931
1931/32	Granqvist, G.	Yleiskatsaus talven 1931-32 jääsuhteisiin	Merentutkimuslaitoksen Julk. / Havsforskningsinstitutets Skr. 85	1932
1932/33	Granqvist, G.	Yleiskatsaus talven 1932-33 jääsuhteisiin	Merentutkimuslaitoksen Julk. / Havsforskningsinstitutets Skr. 87	1933
1933/34	Jurva, R.	Yleiskatsaus talven 1933-34 jääsuhteisiin	Merentutkimuslaitoksen Julk. / Havsforskningsinstitutets Skr. 97	1935
1934/35	Jurva, R.	Yleiskatsaus talven 1934-35 jääsuhteisiin	Merentutkimuslaitoksen Julk. / Havsforskningsinstitutets Skr. 102	1936
1935/36	Granqvist, G.	Yleiskatsaus talven 1935-36 jääsuhteisiin	Merentutkimuslaitoksen Julk. / Havsforskningsinstitutets Skr. 108	1936
1936/37	Jurva, R.	Yleiskatsaus talven 1936-37 jääsuhteisiin	Merentutkimuslaitoksen Julk. / Havsforskningsinstitutets Skr. 113	1938
1937/38-1944/45	Jurva, R., Palosuo, E.	Die Eisverhältnisse in den Finnland umgebenden Meeren in den Wintern 1938-45 und die Baltischen Eiswochen in den Wintern 1938-39	Merentutkimuslaitoksen Julk./ Havsforskningsinstitutets Skr. 188	1959

Talvet	Tekijät	Artikkeli	Julkaisu/Julkaisusarja	Vuosi
1945/46-1949/50	Simojoki, H.	Die Eisverhältnisse in den Finnland umgebenden Meeren in den Wintern 1946-50	Merentutkimuslaitoksen Julk./ Havsforskningsinstitutets Skr. 154	1952
1950/51-1954/55	Simojoki, H.	Die Eisverhältnisse in den Finnland umgebenden Meeren in den Wintern 1951-55	Merentutkimuslaitoksen Julk./ Havsforskningsinstitutets Skr. 171	1956
1955/56	Palosuo, E.	Die Eisverhältnisse in den Finnland umgebenden Meeren in den Wintern 1955-56	Merentutkimuslaitoksen Julk./ Havsforskningsinstitutets Skr. 174	1957
1956/57	Palosuo, E.	Die Eisverhältnisse in den Finnland umgebenden Meeren in den Wintern 1956-57	Merentutkimuslaitoksen Julk./ Havsforskningsinstitutets Skr. 178	1958
1957/58	Palosuo, E.	Die Eisverhältnisse in den Finnland umgebenden Meeren in den Wintern 1957-58	Merentutkimuslaitoksen Julk./ Havsforskningsinstitutets Skr. 187	1959
1958/59	Palosuo, E.	Jäätalvi 1958/59 Suomen merialueilla/Ice winter 1958/59 along the Finnish coast	Merentutkimuslaitoksen Julk./ Havsforskningsinstitutets Skr. 191	1960
1959/60	Palosuo, E.	Jäätalvi 1959/60 Suomen merialueilla/Ice winter 1959/60 along the Finnish coast	Merentutkimuslaitoksen Julk./ Havsforskningsinstitutets Skr. 196	1961
1960/61	Palosuo, E.	Jäätalvi 1960/61 Suomen merialueilla/Ice winter 1960/61 along the Finnish coast	Merentutkimuslaitoksen Julk./ Havsforskningsinstitutets Skr. 200	1961
1961/62	Palosuo, E.	Jäätalvi 1961/62 Suomen merialueilla/Ice winter 1961/62 along the Finnish coast	Merentutkimuslaitoksen Julk./ Havsforskningsinstitutets Skr. 206	1962
1962/63	Palosuo, E.	Jäätalvi 1962/63 Suomen merialueilla/Ice winter 1962/63 along the Finnish coast	Merentutkimuslaitoksen Julk./ Havsforskningsinstitutets Skr. 213	1964
1963/64	Palosuo, E.	Jäätalvi 1963/64 Suomen merialueilla/Ice winter 1963/64 along the Finnish coast	Merentutkimuslaitoksen Julk./ Havsforskningsinstitutets Skr. 217	1965
1965/66-1969/70	Palosuo, E.	Jäätalvet 1966-1970 Suomen merialueilla/Ice winters 1966-1970 along the Finnish coast	Merentutkimuslaitoksen Julk./ Havsforskningsinstitutets Skr. 234	1971
1970/71-1974/75	Kalliosaari, S.	Jäätalvet 1971-1975 Suomen merialueilla/Ice winters 1971-1975 along the Finnish coast	Finnish Mar. Res. N:o 245	1978

Talvet	Tekijät	Artikkeli	Julkaisu/Julkaisusarja	Vuosi
1975/76-1979/80	Kalliosaari, S.	Jäätalvet 1976-1980 Suomen meri-alueilla/Ice winters 1976-1980 along the Finnish coast	Finnish Mar. Res. N:o 249	1982
1829/30-1983/84	Leppäranta, M., Seinä, A.	Data of freezing, maximum annual ice thickness and breakup of ice on the Finnish coast during 1830-1984	FIMR internal report 1985 (2)	1985
1980/81-1984/85	Kalliosaari, S., Seinä, A.	Jäätalvet 1981-1985 Suomen meri-alueilla/Ice winters 1981-1985 along the Finnish coast	Finnish Mar. Res. N:o 254	1987
1985/86-1989/90	Seinä, A., Kalliosaari, S.	Jäätalvet 1986-1990 Suomen meri-alueilla/Ice winters 1986-1990 along the Finnish coast	Finnish Mar. Res. N:o 259	1991
1990/91-1994/95	Seinä, A., Grönvall, H., Kalliosaari, S., Vainio, J.	Ice seasons 1991-1995 along the Finnish coast / Jäätalvet 1991-1995 Suomen merialueilla	Meri-Report series of the Finnish Institute of Marine Research No. 27.	1996

Tilastoja

Talvet	Tekijät	Artikkeli	Julkaisu/Julkaisusarja	Vuosi
1930/31-1959/60	Palosuo, E.	Jäätalven kesto aika Suomen rannikoilla/ Duration of the ice along the Finnish coast 1931-60	Merentutkimuslaitoksen Julk./ Havsforskningsinstitutets skrif 219	1965
1937/38-1979/80	Leppäranta, M., Seinä, A.	Statistics of fast ice thickness along the Finnish coast	Finnish Mar. Res. N:o 249	1982
1919/20-1979/80	Palosuo, E., Leppäranta, M., Seinä, A.	Formation, thickness and stability of fast ice along the Finnish coast	Styrelsen för vintersjöfartsforskning / Winter navigation research board. Res. Rep. No 36	1982
1960/61-1989/90	Seinä, A., Peltola, J.	Jäätalven kesto aika ja kiintojään paksuustilastoja Suomen merialueilla/ Duration of the ice season and statistics of fast ice thickness along the Finnish coast 1961-1990	Finnish Mar. Res. N:o 258	1991
Talvet	Tekijät	Artikkeli	Julkaisu/Julkaisusarja	Vuosi
1986/87-1990/91	Seinä, A.	Jäätalven kesto aika ja kiintojään paksuustilastoja Saimaalla/ Duration of the ice season and statistics of fast ice thickness along the Lake Saimaa 1986-1991	Finnish Mar. Res. N:o 259	1991

Talvet	Tekijät	Artikkeli	Julkaisu/Julkaisusarja	Vuosi
1960/61-1989/90	Seinä, A.	Extent of ice-cover 1961-1990 and restrictions to navigation 1981-1990 along the Finnish coast / Jääpeitteen laajuus 1961-1990 ja meriliikenne- rajoitukset Suomen merialueilla 1981-1990	Finnish Mar. Res. N:o 262	1994

Jääkartat

Talvet	Tekijät	Kattavuus	Sarja
1914/15-1994/95	Merentutkimuslaitos, jääpalvelu	Enimmäkseen 56° 40'N pohjoiseen, ankarina talvina koko Itämeri ja Tanskan salmet	Jääkartta

Jäätiedotukset

Talvet	Tekijät	Kattavuus	Sarja
1918/19-1994/95	Jäänmurtajajohto, Merentutkimuslaitos, jääpalvelu	Itämeri, erityisesti Suomen merialueet	Jäätiedotus/Finnish ice report

Jääkoodit

Talvet	Tekijät	Kattavuus
1920/21-1994/95		Suomen merialueet

Satelliittikuvat

Talvet	Satelliitti	Kattavuus
1967-	ESSA TIROS	Itämeri
1981-1995	NOAA	Itämeri
1992-1995	ERS-1	Itämeri

DIGITAALISESSA MUODOSSA

Jääkartat			Satelliittikuvat		
Talvet	Tekijät	Kattavuus	Talvet	Satelliitti	Kattavuus
1992/93-1994/95		56° 40'N pohjoiseen	1992-1995	NOAA	Itämeri
			1992-1995	ERS-1	Itämeri



Merentutkimuslaitos
Lyypekinkuja 3 A
PL 33
00931 Helsinki

Havsforskningsinstitutet
PB 33
00931 Helsingfors

**Finnish Institute of
Marine Research**
P.O. Box 33
FIN-00931 Helsinki, Finland

ISBN 951-53-1677-4

ISSN 1238-5328